ЛЕОНИД ЕЛЕНИН
российский астроном,
открыватель комет и астероидов

КОМЕТЫ

СТРАННИКИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

ЧТО ТАКОЕ КОМЕТА?
КАК ОТКРЫТЬ КОМЕТУ?
САМЫЕ ЗНАМЕНИТЫЕ КОМЕТЫ
ОХОТНИКИ ЗА КОМЕТАМИ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ **ВЛАДИМИРА СУРДИНА**

БОМБОРА
ИЗДАТЕЛЬСТВО

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Книга Леонида Еленина погружает читателя в тысячелетний путь человечества в познании самых загадочных и прекрасных объектов Солнечной системы – комет. Вы станете свидетелями захватывающей истории разгадки тайны небесных странников: пройдете путь от страшных знамений богов до исследования комет космическими аппаратами, открывшими нам их истинную природу Перед вами раскроются истории самых знаменитых охотников за кометами, вы узнаете, как их открывают в наши дни, а может быть, и сами попробуете найти одну их косматых странниц! А еще мы обсудим роль комет в зарождении жизни на Земле и ответим на вопрос: могут ли они сейчас представлять угрозу для нашей планеты?

В формате PDF A4 сохранён издательский дизайн.

- Леонид Еленин
  - ○
  - ○ От автора
  - ○ I. Странники Солнечной системы
  - ○ II. Как изучают кометы
  - ○ III. Природа комет
  - ○ IV. Кометы, дарящие жизнь и смерть
  - ○ V. Лед и пламень
  - ○ VI. Автостопом по Галактике
  - ○ VII. Как открыть комету?
    - ■
    - ■ Визуальный поиск
    - ■ Фотографический поиск
  - ○ IX. Охотники за кометами
    - ■
    - ■ Шарль Мессье (1730–1817, 13 комет)
    - ■ Жан-Луи Понс (1761–1831, 37 комет)
    - ■ Уильям Брэдфилд (1927–2014, 18 комет)
    - ■ Дональд Маххольц (1952–2022, 12 комет)
    - ■ Роберт Макнот (р. 1956, 82 кометы)
    - ■ Геннадий Борисов (р. 26.02.1962, 11 комет)
    - ■ Терри Лавджой (р. 20.11.1966, 6 комет)
    - ■ Алекс Гиббс (р. 08.06.1967, 31 комета)
  - ○ IX. Самые яркие кометы столетия
    - ■ C/1927 X1 (Skjellerup-Maristany)
    - ■ C/1947 X1 (Southern comet)
    - ■ C/1948 V1 (Eclipse comet)

        - Комета C/1956 R1 (Arend—Roland)
        - Комета C/1965 S1 (Ikeya—Seki)
        - Комета C/1975 V1 (West)
        - Комета C/1995 O1 (Hale—Bopp)
        - Комета C/1996 B2 (Hyakutake)
        - Комета C/2006 P1 (McNaught)
        - Комета C/2011 W3 (Lovejoy)
    - X. История одной кометы, или Куда приводят мечты
    - Фотографии
- notes
    - 1
    - 2
    - 3
    - 4
    - 5
    - 6
    - 7
    - 8
    - 9
    - 10
    - 11
    - 12
    - 13
    - 14
    - 15
    - 16
    - 17
    - 18
    - 19
    - 20
    - 21
    - 22
    - 23
    - 24
    - 25
    - 26
    - 27
    - 28
    - 29
    - 30
    - 31
    - 32
    - 33
    - 34

- ○ 35
- ○ 36
- ○ 37
- ○ 38
- ○ 39
- ○ 40
- ○ 41
- ○ 42
- ○ 43
- ○ 44
- ○ 45
- ○ 46
- ○ 47
- ○ 48
- ○ 49
- ○ 50
- ○ 51
- ○ 52
- ○ 53
- ○ 54
- ○ 55
- ○ 56
- ○ 57
- ○ 58
- ○ 59
- ○ 60
- ○ 61
- ○ 62
- ○ 63
- ○ 64
- ○ 65
- ○ 66
- ○ 67
- ○ 68
- ○ 69
- ○ 70
- ○ 71
- ○ 72
- ○ 73
- ○ 74
- ○ 75
- ○ 76
- ○ 77
- ○ 78

- ○ 79
- ○ 80
- ○ 81
- ○ 82
- ○ 83
- ○ 84
- ○ 85
- ○ 86
- ○ 87
- ○ 88
- ○ 89
- ○ 90
- ○ 91
- ○ 92
- ○ 93
- ○ 94
- ○ 95
- ○ 96
- ○ 97
- ○ 98
- ○ 99
- ○ 100
- ○ 101
- ○ 102
- ○ 103
- ○ 104
- ○ 105
- ○ 106
- ○ 107
- ○ 108
- ○ 109
- ○ 110
- ○ 111
- ○ 112
- ○ 113
- ○ 114
- ○ 115
- ○ 116
- ○ 117
- ○ 118
- ○ 119
- ○ 120
- ○ 121
- ○ 122

- ○ 123
- ○ 124
- ○ 125
- ○ 126
- ○ 127
- ○ 128
- ○ 129
- ○ 130
- ○ 131
- ○ 132
- ○ 133
- ○ 134
- ○ 135
- ○ 136
- ○ 137
- ○ 138
- ○ 139
- ○ 140
- ○ 141
- ○ 142
- ○ 143
- ○ 144
- ○ 145
- ○ 146
- ○ 147
- ○ 148
- ○ 149
- ○ 150
- ○ 151
- ○ 152
- ○ 153
- ○ 154
- ○ 155
- ○ 156

Леонид Еленин
Кометы. Странники Солнечной системы

Научная редактура Владимира Сурдина, канд. физ. – мат. наук, старшего научного сотрудника Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга, доцента физического факультета МГУ, лауреата Беляевской премии и премии «Просветитель», российского астронома.

Во внутреннем оформлении использованы фотографии:
© piemags / Legion-Media;
© Walter Dawn / Science Source / Diomedia;
© Jack Fields / Science Source / Diomedia;
© Nasa / Science Source / Diomedia;
© Jerry Lodriguss / Science Source / Diomedia;
© Universal History Archive / Diomedia;
© TASS Archive / Diomedia;
© Granger / Diomedia;
© Lorand Fenyes / Stocktrekimages RF / Diomedia;
© VW PICS / Universal Images Group / Diomedia;
© Science Source / NASA, ESA, and D.Jewitt (UCLA), J.Agarwal (MPS), H.Weaver (JHU/APL), M.Mutchler (STScI), and S.Larson (University of Arizona) / Diomedia;
© LASCO / SOHO / ESA / NASA / Science Source / Diomedia;
© Roger Lynds / NOAO / AURA / NSF / Science Source / Diomedia;
© Universal Images Group / Diomedia;
© NAVCAM / Rosetta / ESA / Science Source / Diomedia;
© Heritage Images / Heritage Space / Diomedia;
© Mary Evans / Diomedia;
© ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team; MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA / Science Source / Diomedia, а также фотографии Суркова А. В., Плясова Д. Л. и Дудина Н. А.

© Леонид Еленин, текст, иллюстрации, 2023
© ООО «Издательство «Эксмо», 2024

От автора

Книга, которую вы держите в руках, не претендует на полноту энциклопедии или системность учебника. Вовсе нет. Это рассказ о долгом пути человечества в понимании одних из красивейших объектов космоса – комет. Перед вами развернется история Древнего Египта, античной Греции, эпохи Возрождения, Нового времени и современных головокружительных космических миссий. В этой книге не будет ни одной математической формулы, но вы узнаете много деталей и подробностей из более чем семи десятков самых современных научных статей, собранных в легкую и увлекательную историю, которая, я надеюсь, будет интересна всем читателям. Даже тем, кто знакомится с кометами впервые.

На протяжении десяти глав я расскажу вам о том, откуда берутся кометы, что они собой представляют и из чего состоят. Являются ли они злом или добром и как они повлияли на судьбу Солнечной системы. Вы познакомитесь с захватывающими историями ярчайших комет прошедшего столетия и самых знаменитых охотников за кометами. И конечно же, я расскажу о том, как попытаться открыть свою собственную комету и как это однажды удалось мне. Поверьте – нужно лишь по-настоящему захотеть!

Мой путь в астрономию тоже начался с книги, и я хочу надеяться, что и моя книга, в свою очередь, послужит для кого-то той путеводной звездой, что приведет его к новым знаниям и открытиям. Я по-доброму завидую вам, ведь у вас впереди интереснейшее путешествие в мир древних и загадочных странников Солнечной системы. Переверните страницу, и я начну свой рассказ…

I. Странники Солнечной системы

Осенней ночью взгляните на небо. Уже прохладно и зябко, земля быстро остывает, а над головой, из-за восходящих теплых воздушных потоков, мерцают и переливаются звезды. Представьте, что там, невидимые вашему глазу, в темноте космоса, крадучись, летят по своим орбитам главные странники Солнечной системы – кометы. Наш общий дом, наша планетная система во главе с Солнцем – очень неспокойное место, хотя мы, люди, этого не замечаем. Вокруг нас крутятся миллионы и миллионы комет и астероидов, преодолевая за один миг десятки километров, и кажется, что их путешествие будет продолжаться вечно. Так почему же именно кометы являются главными странниками Солнечной системы?

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно рассказать, откуда вообще берутся кометы, ведь многие из них, те, что мы можем наблюдать в телескопы сейчас, давным-давно отправились в свое великое странствие в глубь Солнечной системы – навстречу планетам-гигантам, Земле и пламенеющему Солнцу. Сейчас мы знаем, что место жительства комет – это окраины Солнечной системы. Эту область мы называем облаком Оорта, в честь нидерландского астронома Яна Хедрика Оорта[1], предсказавшего ее существование, и лишь немногие называют ее облаком Эпика—Оорта, отдавая дань эстонскому астроному Эрнсту Юлиусу Эпику[2], который впервые высказал гипотезу о гигантской сферической структуре, окружающей нашу планетную систему.

Эрнст Эпик родился 23 октября 1893 года на севере Эстонии, в городе Кунда. В 1912–1916 годах он учился в государственном Московском университете, позже заведовал обсерваторией в Ташкенте, после чего, в 1921 году, устроился в обсерваторию Тартуского университета, где и проработал долгие годы. В 1932 году Эрнст Эпик, в то время активно занимавшийся метеорной астрономией и проходивший стажировку в Гарварде, выдвинул предположение, что вдали от Солнца, на расстоянии от 50 до 100 тысяч астрономических единиц[3], может находиться некое облако – источник метеороидов[4] и комет. К сожалению, эта работа осталась практически незамеченной, а сам ученый не стал ее в дальнейшем развивать. Она осталась ждать другого автора – такого, который сделает ее общепризнанной и именем которого и назовут внешние области Солнечной системы.

В 1950 году уже известный астроном Ян Оорт, занимавшийся на тот момент в основном галактической астрономией, опубликовал двадцатистраничную статью «Структура кометного

облака, окружающего Солнечную систему, и гипотеза о его происхождении», где и высказал предположение, основанное на систематизации и анализе известных на тот момент данных об орбитах комет. По сути, как часто бывает, великое открытие лежало у всех перед глазами, но лишь Оорт смог собрать все данные воедино, правильно их интерпретировать и, что немаловажно, довести свою задумку до логического завершения – научной публикации. Отчасти это открытие схоже с открытием атмосферы Венеры Михаилом Васильевичем Ломоносовым[5] в 1761 году. Многие ученые видели то же, что и Ломоносов, но лишь его острый ум правильно интерпретировал наблюдательные данные.

Итак, что же такого странного заметил нидерландский астроном? На самом деле парадокс, связанный с кометами, был известен и до гипотезы Оорта. Ученые, занимающиеся небесной механикой, давно пришли к выводу, что конечный итог всех орбитальных эволюций астероидов и комет таков: объект или упадет на Солнце (менее вероятный вариант – столкнется с планетой), или будет выброшен из Солнечной системы. Зная возраст нашей планетной системы и то, что кометы сформировались вместе с ней, можно предположить, что за это время все кометы должны были либо погибнуть, либо быть выброшенными в межзвездное пространство. А это утверждение идет вразрез с тем, что мы наблюдаем своими глазами.

Оорт взялся разгадать эту загадку и, стоит отдать ему должное, зная о работе Эпика, сослался в своей статье на исследования эстонского ученого. Итак, взяв выборку из тридцати долгопериодических комет с хорошо определенными орбитами, Оорт рассчитал элементы их орбит до сближения с планетами-гигантами Солнечной системы, которые своим гравитационным воздействием искажают изначальную орбиту кометы. А сделать это в те годы было намного тяжелее, чем сейчас, ведь современных компьютеров и программ еще не существовало. Получив данные, Оорт обратил внимание на то, что в большинстве своем рассмотренные кометы пришли в центральную область Солнечной системы с расстояния в десятки тысяч астрономических единиц от Солнца. Между тем эти кометы абсолютно точно принадлежали Солнечной системе, так как они были гравитационно связаны с нашей звездой. На тот же вывод указывала и научная работа норвежского астронома Эрика Синдинга «Определение первоначального облика околопараболических орбит комет», которую он написал в 1937 году, а также работы датских астрономов Бенгта Стрёмгрена (1947) и Адриана ван Веркома (1948). Как видим, эта

тема уже тогда всерьез занимала умы ученых.

Основываясь на собранных данных, а также на другом свойстве комет – изотропности, то есть случайном распределении наклонений их орбит, а проще говоря, направлений, откуда они прилетают, Оорт сделал главный вывод – большинство «новых» долгопериодических комет приходят из областей, лежащих на расстояниях от 25 до 250 тысяч астрономических единиц от Солнца, из гигантского сферического облака, окружающего нашу Солнечную систему и принадлежащего ей. По его расчетам, в этом облаке должно было находиться, по крайней мере, два триллиона комет, общая масса которых составляет от одной сотой до одной десятой масс Земли. В настоящее время модель популяции тел, наполняющих облако Оорта, уточнена, и общая масса оценивается в три массы Земли, или 3×10^{22} тонн, а общее количество населяющих его объектов – более десяти триллионов! Немного, скажете вы? Область, объем которой равен сотням триллионов кубических астрономических единиц, вмещающая в себя триллионы комет, по массе равна всего нескольким планетам, подобным Земле? Это так, ведь и сами кометы иногда называют «видимым ничем» из-за их сверхмалой плотности, причем это утверждение ра́вно справедливо как для кометных ядер, так и для их газово-пылевых оболочек. Но об этом мы более подробно поговорим в следующих главах.

В 1951 году Ян Оорт и Мартен Шмидт в своей статье официально вводят научное понятие «динамически новой кометы» – небесной странницы, впервые посещающей внутренние области Солнечной системы. Поведение этих комет, в отличие от тех, которые уже многократно сближались с Солнцем, различно, и об этом мы тоже еще будем говорить в дальнейшем.

Спустя тридцать один год после опубликования статьи Оорта еще один американский астроном – Джек Хиллс – в своей работе «Кометные дожди и стационарное падение комет из облака Оорта» 1981 года предположил, что помимо изотропного облака Оорта существует меньшая по размеру область, простирающаяся от 200 до 20 000 астрономических единиц и имеющая форму тора. Иногда эту область называют внутренней частью облака Оорта, и это тоже верно, так как сам Хиллс не рассматривал свой тор в отрыве от классического облака Оорта, а писал, что данная область является его внутренней частью. Далее, говоря об облаке Оорта, для упрощения я буду подразумевать общую область, вмещающую в себя облака Хиллса и Оорта. У читателя может возникнуть вопрос, а почему же классическое облако Оорта является сферой, а внутренняя часть – тором, то есть более уплощенной структурой? Все дело в расстоянии от Солнца, а если

говорить точнее – в более сильном гравитационном воздействии его притяжения на внутреннюю область. В пример можно привести внутреннюю, «планетную» часть Солнечной системы, где практически все объекты обращаются в одной плоскости – плоскости эклиптики – и имеют относительно малое наклонение орбит относительно нее. Для планет среднее наклонение составляет всего 2,3 градуса (самое большое наклонение имеет Меркурий – 7 градусов), для астероидов Главного пояса – 8 градусов, а для короткопериодических комет семейства Юпитера – 14,9 градуса.

Рассказав о внешних областях Солнечной системы, нельзя не упомянуть и еще один «кометный резервуар» – пояс Эджворта – Койпера. Об этом гипотетическом новом поясе в своей научной работе 1943 года «Эволюция нашей планетной системы» высказался ирландский астроном, инженер и экономист Кеннет Эджворт. Он предположил, что на периферии Солнечной системы (напомню, что тогда облака Оорта еще «не существовало») находятся малые объекты, представляющие собой первичные элементы протопланетной туманности, которые из-за их малой плотности в пространстве не смогли «уплотниться» в планеты. В 1949 году выходит еще одна его фундаментальная статья «Происхождение и эволюция Солнечной системы», в которой он продолжает развивать свои научные идеи. Помимо вопросов строения и эволюции нашей планетной системы, Эджворт предполагает, что время от времени, по каким-то пока непонятным нам причинам, описанные им объекты теряют свое орбитальное равновесие и устремляются к Солнцу – а мы наблюдаем их как кометы. Блестящее предположение!

Джерард Койпер

В начале пятидесятых годов прошлого века, во многом переломных для наших знаний о строении Солнечной системы и природе комет, американский астроном нидерландского происхождения Джерард Койпер публикует свою научную статью в специальном номере журнала Astrophysics, посвященном исследованиям, представленным на астрономическом симпозиуме. В своей работе он пишет о том, что такой диск существовал в прошлом, но, скорее всего, в результате эволюции и гравитационного воздействия таких его крупных представителей, как Плутон (а тогда считалось, что его масса сопоставима с массой Земли), подавляющее число населявших его объектов были выброшены либо в недавно открытое облако

Оорта, либо и вовсе прочь из Солнечной системы. Интересен и тот факт, что Койпер не сослался на работы Эджворта, что, как мне кажется, неэтично с его стороны. Но история, как мы знаем, не имеет сослагательного наклонения и пояс за орбитой Нептуна, который сам ученый признал в своей статье «ныне не существующим», по иронии судьбы чаще всего называют именно его именем. Вот такой научный парадокс.

Впрочем, мне кажется, здесь все же не хватает третьего имени: американского астронома Фредерика Леонарда, который еще в 1930 году, сразу после открытия Клайдом Томбо Плутона, писал: «Возможно, что Плутон лишь первое из семейства тел за орбитой Нептуна, остальные члены которого все еще ожидают своего открытия, но которым в конечном итоге суждено быть обнаруженными». К сожалению, он, как и Эрнст Эпик, не стал развивать свою верную догадку в научных работах и в итоге его имя затерялось в истории.

18 октября 1977 года американский астроном Чарльз Коваль из Паломарской обсерватории с помощью 122-сантиметрового телескопа Шмидта открыл первый объект неизвестного на тот момент семейства. Его вытянутая орбита лежала вдали от Главного пояса астероидов – между орбитами Юпитера и Урана. Этот странный астероид получил номер и собственное имя – (2060) Chiron (Хирон)[6], став первым из нового класса кентавров. Справедливости ради необходимо упомянуть, что все же первым кентавром, как мы теперь знаем, стал открытый 31 октября 1920 года немецким астрономом Вальтером Бааде на Гамбургской обсерватории (Бергедорф, Германия) астероид, впоследствии получивший номер и имя (944) Hidalgo (Идальго) [7], но тогда ученые не проявили к этому открытию особого интереса. К концу XX века было обнаружено большое количество подобных объектов, и, изучая их орбитальную эволюцию, ученые пришли к выводу, что эти объекты находятся на очень нестабильных орбитах, среднее время пребывания на которых составляет всего несколько миллионов лет, а значит – их популяцию постоянно подпитывает некий неизвестный источник. На его роль отлично подходил гипотетический пояс Эджворта – Койпера. В 1988 году у Хирона была открыта кометная активность, и он получил второе, уже кометное обозначение – 95P/Chiron. Это косвенно говорило и о том, что ученые все ближе к разгадке «кометного резервуара», пока скрытого от прямых наблюдений.

В 1980 году уругвайский астроном Хулио Анхель Фернандес публикует статью в престижном научном журнале Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS), где приводит

результаты своих расчетов. Исходя из наблюдательных данных о кометах, он предполагает, что должен существовать достаточно анизотропный источник (диск или пояс), лежащий в 35–50 астрономических единицах от Солнца. Это уже была какая-никакая конкретика! Оценив средний предполагаемый размер объектов, населяющих эту, пока гипотетическую, область, и их среднее альбедо, можно было оценить и возможность их обнаружения с помощью мощных оптических телескопов, тем более что именно в то время как нельзя кстати случилась революция фотоприемных устройств – переход от аналоговых фотопластинок к цифровым ПЗС-камерам.

В 1988 году группа канадских астрономов, в которую входили Мартин Дункан, Томас Куин и Скот Тремейн, провела численное моделирование движения и орбитальной эволюции роя «виртуальных» комет. Главной задачей расчетов было определение источника короткопериодических комет, которым ранее считалось только облако Оорта. По результатам их научного исследования стало ясно, что модель, основанная лишь на сверхдальнем изотропном источнике кометных тел, не совпадает с реальными наблюдениями. Но когда они добавили в модель плоский диск с параметрами, которые привел Фернандес, – пазл сложился! С большой вероятностью этот пояс действительно существовал, и, по крайней мере, самые крупные его объекты можно было попытаться открыть, что до сих пор было абсолютно невозможным для тел, населяющих далекое облако Оорта.

Годом ранее за поиск подобных объектов взялся американский астроном Дэвид Джуитт. Он и его помощница, американский астроном вьетнамского происхождения Джейн Луу, начали свою поисковую программу на телескопах обсерватории Серро-Тололо и Китт-Пик, которые еще не были оснащены цифровыми фотоприемниками. Поэтому работать приходилось по старинке, ровно так же, как в свое время это делал Клайд Томбо. Техника была «простой» – ученые получали на фотопластинках пару часовых экспозиций определенного участка неба вблизи эклиптики, тем самым убивая сразу двух зайцев – накапливали сигнал (увеличение проницания) и фильтровали обнаруживаемые объекты. Если даже еще не известный астероид Главного пояса, который их абсолютно не интересовал, за час экспонирования «вытягивался» в достаточно длинный штрих, то объекты, которые ученые искали, должны были обладать намного меньшим собственным движением по небесной сфере и оставаться звездоподобными (точечными). В своих воспоминаниях Дэвид шутил, что, видя такие неизвестные астероиды, он думал: «А ведь

когда-нибудь их кто-то «откроет»…» А чтобы отличить дальние объекты Солнечной системы от звезд, как раз и использовался второй кадр, на котором можно было зафиксировать их пусть медленное, но все же движение на фоне неподвижных звезд.

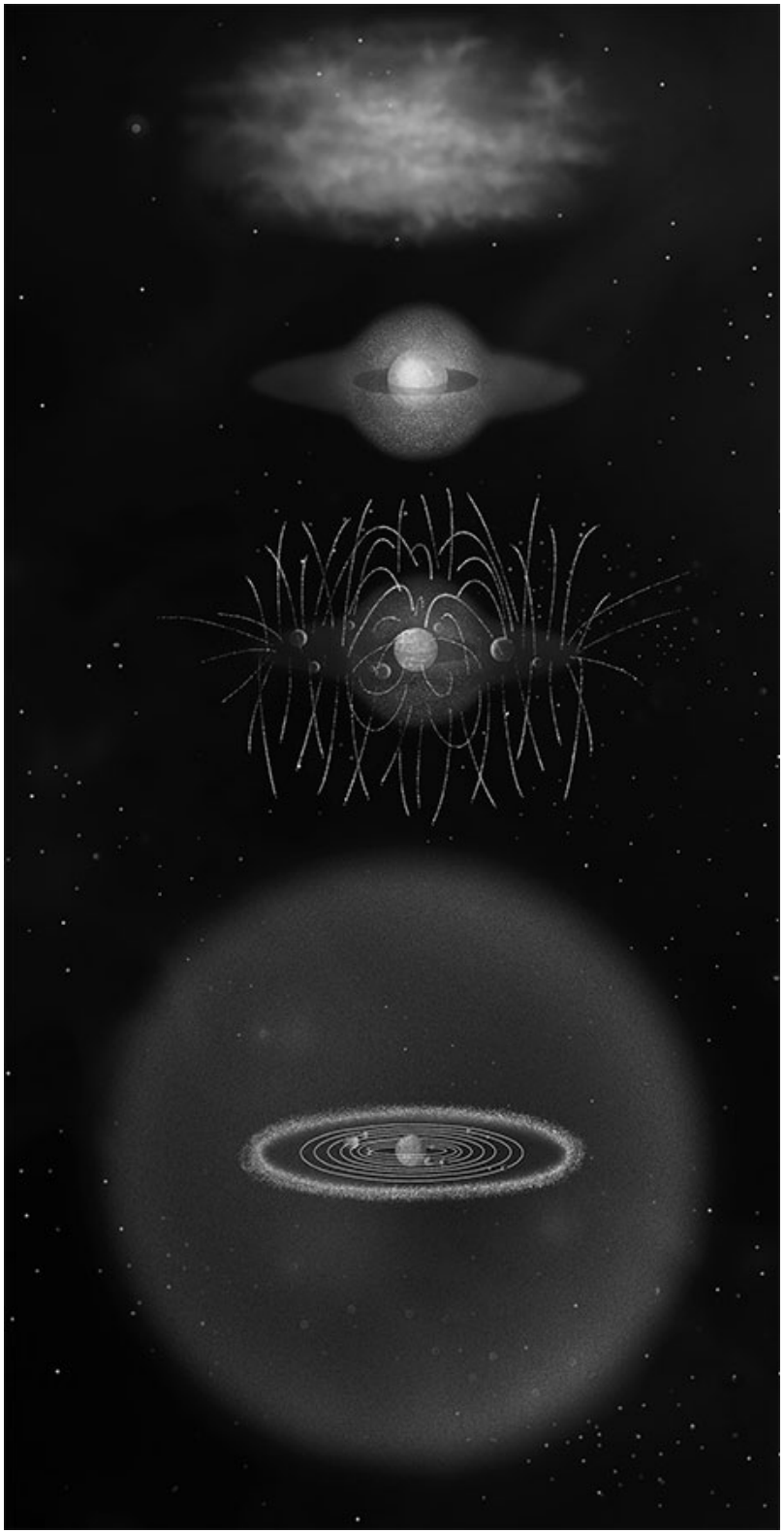
Работа с фотопластинками оказалась не очень эффективной, на западных обсерваториях уже начали появляться приборы с зарядовой связью (ПЗС), изображения с которых можно было сразу обрабатывать на компьютере. Первый опыт работы с ними на 130-сантиметровом телескопе обсерватории Китт-Пик был неудачным. Разрешение фотоприемника составляло всего 276 на 242 пикселя, что давало очень узкое поле зрения площадью всего двадцать пять тысячных квадратного градуса, и это после пятиградусного поля, получаемого на фотопластинках! Конечно, такой инструмент не подходил для сколь-нибудь серьезного поиска. В 1988 году Джуитт и Луу переходят на работу в университет Гавайев (University of Hawaii), где продолжают свои обзорные наблюдения на уже переоборудованном 88-дюймовом телескопе (224 см), который все сокращенно называли «UH88» («Университет Гавайев 88»). И хотя этот телескоп уже был оснащен одной из самых современных на тот момент цифровых камер, но, чтобы сравниться с одним «аналоговым» полем телескопа Шмидта, Дэвиду и Джейн приходилось использовать двадцать шесть площадок, которые они снимали по одному разу на протяжении трех ночей. Новые ПЗС-камеры устанавливались на телескоп практически каждый год – шло их бурное развитие, и к лету 1992 года на «UH88» стоял уже четырехмегапиксельный фотоприемник.

Трудолюбие и самоотверженность, которые на протяжении пяти долгих лет сохраняла эта маленькая команда целеустремленных людей, хотя над ними уже стали посмеиваться, привели их к революционному открытию, которого они так ждали. В ночь с 30 на 31 августа 1992 года они открыли первый транснептуновый объект (блеск на момент открытия $22{,}8^{m}$), который уже 2 сентября получил официальное обозначение 1992 QB1, а сейчас мы знаем его как (15760) Albion (Альбион)[8]. Дверь в мир новых открытий была распахнута!

Через полгода Джуитт и Луу открывают второй объект – (181708) 1993 FW, и с каждым годом этих открытий становится все больше и больше. Наконец-то человек наблюдает космические тела, населяющие предсказанный гипотетический пояс, страсти об именовании которого не утихают и по сей день. В 2005 году астрономы открыли три крупных – сопоставимых по размеру с Плутоном транснептуновых объекта: (136199) Eris (Эрида, диаметр 2326 км)[9], 136472 Makemake (Макемаке, диаметр

1502 км) и (136108) Haumea (Хаумеа, вытянутый объект размером 1704 на 1138 км). А в 2006 году решением Международного астрономического союза (IAU) Плутон был лишен статуса планеты, став лишь Primus inter pares[10].

Объектов транснептунового пояса становилось все больше. К лету 2008 года их было известно уже 1077, а на момент написания этих строк (октябрь 2022 года) – 4209! Исходя из анализа орбит, они были разделены на три группы, одна из которых, а именно объекты рассеянного диска (Scattered disc), как раз и является тем источником короткопериодических комет, который так искали астрономы. Внутренняя граница этого диска пересекается с классическим поясом Койпера в области 30–50 астрономических единиц, а вот внешняя лежит намного дальше. К примеру, у самого известного объекта рассеянного диска – 90377 Sedna – Седна) – афелий[11] находится на расстоянии 966 астрономических единиц, а у тела с труднопроизносимым названием (541132) Leleakuhonua[12] (Лелеакухонуа) и ранее известным в узких кругах как Гоблин – 2600 астрономических единиц! Так почему же астрономы решили, что короткопериодические кометы приходят внутрь Солнечной системы именно из рассеянного диска?



Конечно, даже через самые мощные оптические телескопы мы не можем получить прямого изображения этих объектов и понять, какие из них являются «спящими» кометами. Здесь на помощь астрономам пришли математики. Они смоделировали гравитационную задачу N-тел и сделали вывод, что объекты классического пояса Койпера намного более стабильны на своих орбитах, и если бы источником комет был он, то мы бы наблюдали значительно меньше короткопериодических комет семейства Юпитера, чем есть на самом деле. А вот объекты рассеянного диска, напротив, находятся на нестабильных сильно наклоненных орбитах и их легко вывести из равновесия, отправив как в сторону Солнца, так и к облаку Оорта или даже прочь из Солнечной системы. Численное моделирование таких процессов хорошо согласуется с наблюдательными данными. Безусловно нельзя однозначно говорить, что если мы наблюдаем короткопериодическую комету, то ее родной дом – рассеянный диск. Теоретически переход на подобные типы орбит возможен при определенных обстоятельствах и для комет из облака Оорта. К примеру, ученые пока так и не смогли однозначно ответить на вопрос, откуда изначально прилетела самая известная из комет – Галлея. Вычисления говорят о том, что теоретически ее домом могли быть обе области, населенные ледяными телами. Эта комета, как никакая другая, внесла неоценимый вклад в понимание человеком кометной природы, и мы обязательно к ней не раз еще вернемся. Итак, за несколько десятилетий человечество поняло, откуда берутся кометы и где их дом – это и далекое облако Оорта, и рассеянный диск. Но как они там оказались изначально? На этот вопрос астрономы постарались ответить уже в начале XXI века.

Модель Ниццы – научный триптих о сценарии динамической эволюции Солнечной системы, опубликованный в 2005 году в престижнейшем журнале Nature. Его авторы – Родни Гомес, Харольд Левисон, Алессандро Морбиделли и Клеоменис Циганис – попытались математически описать сценарий развития Солнечной системы из протопланетного диска до того состояния и конфигурации, которую мы наблюдаем теперь. Да, безусловно, подобные работы проводились и в прошлом, но обычно они описывали разрозненные структуры на конечных временны́х интервалах, не пытаясь создать общую и неразрывную модель. Для этого были необходимы большие вычислительные мощности, которые лишь сравнительно недавно появились в распоряжении ученых. Работа началась в обсерватории Лазурного берега

в Ницце (Франция), отсюда и такое странное название опубликованной модели. Но давайте уже перейдем к тому, о чем нам поведали результаты расчетов.

Первый и самый важный вывод: планеты-гиганты интенсивно мигрировали. Это во многом и повлияло на формирование нынешнего облика Солнечной системы. После рассеивания протопланетного диска сформировавшиеся планеты-гиганты находились на почти круговых орбитах, намного ближе к Солнцу, чем теперь, – на расстоянии от 5,5 до 17 астрономических единиц (напомню, что сейчас большие полуоси орбит гигантов лежат в пределах от 5,2 до 30,1 астрономической единицы). За орбитой крайней планеты простирался достаточно плотный диск из неиспользованного материала – каменных и ледяных планетезималей[13] общей массой до тридцати пяти масс Земли. Для сравнения можно привести текущие оценки массы современного пояса Койпера: от 1/10 до 1/25, а по некоторым оценкам даже до 1/50 массы нашей планеты. Так что тот диск был не чета нынешнему, но что же с ним произошло?

Как я уже писал, главным процессом динамической эволюции молодой Солнечной системы была миграция планет-гигантов. Конечно, мы не можем точно определить ее физические причины, но есть достаточно достоверное обоснование, которое и легло в основу модели Ниццы. Постараюсь описать этот процесс максимально просто. Помимо массивного пояса планетезималей, расположенного на периферии нашей молодой планетной системы, их достаточно крупная популяция присутствовала и в той области, где сформировались планеты-гиганты. Безусловно в таком хаосе происходили постоянные тесные сближения этих малых объектов с планетами. Хотя каменные и ледяные глыбы не знали третьего закона Ньютона, того самого, где «каждому действию всегда есть равное и противоположное противодействие», но физику не обманешь: три внешних газовых гиганта выталкивали сближающиеся с ними планетезимали внутрь Солнечной системы, а сами получали практически незаметный импульс в противоположном направлении. Подобных сближений, а по сути – гравитационных маневров, было очень много и «вода точила камень…». Сатурн, Уран и Нептун очень медленно мигрировали во внешние области нашей системы, все дальше от Солнца. Напротив, Юпитер, находившийся у внутренней границы этой области, выталкивал планетезимали вовне, в том числе и прочь из Солнечной системы, если мог передать необходимый импульс, и планетезималь, превысив третью космическую скорость[14], становилась межзвездным скитальцем. При этом, как вы уже догадались, сама планета

двигалась в противоположную сторону – внутрь Солнечной системы.

Через несколько миллионов лет своего медленного движения в разных направлениях, Юпитер и Сатурн приходят к резонансу 1:2, то есть на одно обращение вокруг барицентра Солнечной системы первого гиганта приходится два обращения второго. В моменты соединения, когда обе планеты оказывались на одной линии с Солнцем (пренебрежем небольшим наклонением их орбит), оба гиганта, как два мощных борца сумо, пытались вытолкнуть друг друга, но силы были неравны, ведь Юпитер более чем втрое превосходит Сатурн в массе. Подобные резонансы – это сильные «генераторы» орбитальных нестабильностей и, безусловно, это не могло не сказаться на дальнейшей эволюции всей нашей звездной системы – она буквально пошла вразнос. Юпитер вытолкнул Сатурн на ту орбиту, где тот находится и по сей день, а тот, по известному всем принципу домино, начал выталкивать Уран и Нептун, которые, в свою очередь, перемещаясь все дальше от Солнца, начали гравитационно возмущать первичный диск планетезималей. В результате этого космического кегельбана конфигурация Солнечной системы стала похожей на ту, что мы наблюдаем в нашу эпоху, а плотный планетезимальный диск потерял около 99 % своей первоначальной массы. В ту пору трудно пришлось и планетам земной группы – часть планетезималей были выброшены не вовне, а наоборот, внутрь Солнечной системы – это была легендарная Поздняя тяжелая бомбардировка.

По модели Ниццы, в период с 4,1 до 3,8 миллиарда лет назад, Солнечная система представляла собой разворошенный улей. Повсюду летали планетезимали, непрерывно сталкиваясь со всем, что оказывалось у них на пути. В 1970-х, когда ученые пристально изучали лунный грунт, доставленный на Землю экспедициями «Аполлон»-15, -16 и -17, они обнаружили аномалию, относящуюся к тому геологическому периоду – оплавленную породу, причем произойти это столкновение должно было в достаточно узком интервале времени.

Детективный след в деле о Поздней тяжелой бомбардировке продолжал раскручиваться. В образцах метеоритов, местом происхождения которых была обратная сторона Луны, также обнаружились следы ударных расплавов. И, что интересно, пока не было найдено ни одного метеорита старше 3,9 миллиарда лет. Правда, стоит отметить и тот факт, что более молодых лунных метеоритов, не относящихся к изучаемому временно́му периоду, было найдено немало. А самые молодые из них имеют датировку

в 2,5 миллиарда лет. Астероидное метеоритное вещество также подбросило интересную информацию для размышления. Выяснилось, что более старые находки, датированные 4,5 миллиарда лет, имели меньшую скорость столкновения с нашей планетой, чем те, что датированы 3,4–4,1 миллиарда лет. Причем усредненная расчетная скорость столкновения изменилась не на проценты, а вдвое: с 5 до 10 км/с! А это значимый результат, который уже сложно объяснить просто погрешностями оценок. Подобное увеличение скоростей может косвенно говорить об изменении эксцентриситетов и наклонений орбит объектов, сближавшихся в то время с Землей. То есть как раз о том, что и предсказывала гипотеза о Поздней тяжелой бомбардировке.

Если статистические данные по ударным кратерам на поверхности Луны экстраполировать на Землю, где их следы давным-давно стерты временем, то можно оценить урон, нанесенный нашей планете: более двадцати двух тысяч ударных кратеров диаметром более двадцати километров, около сорока астроблем[15] с поперечником более чем в тысячу километров и несколько циклопических ударных структур размером более пяти тысяч километров. Да, это была настоящая суровая бомбардировка.

Данные автоматической межпланетной станции «Маринер-10» подлили еще больше масла в огонь – на поверхности Меркурия были выявлены ударные структуры, поразительно похожие на обнаруженные ранее на Луне. Баллистики подтвердили – прогениторами[16] следов подобных столкновений могли быть семейства – группы объектов со схожими параметрами орбит. Космическая шрапнель, «выстрелянная» из одной и той же области Солнечной системы. В целом улик было много, и модель Ниццы смогла ответить на многие вопросы. Хотя, как это всегда бывает в науке, существует и другая точка зрения, приверженцы которой считают и саму модель, и предсказание Поздней тяжелой бомбардировки неверными.

Ряд ученых не без основания говорят о том, что данные экспедиций «Аполлон» обладают эффектом наблюдательной селекции и не репрезентативны – вывод сделан по небольшой выборке данных, полученных в достаточно локализированной области. К примеру, выбросы из самого молодого Моря Дождей (места посадки «Аполлона-15») могли рассеяться на огромной территории, где они и были повторно обнаружены другими лунными миссиями. В 2022 году вышла статья с анализом двух метеоритов, прародителями которых считается астероид (4) Vesta (Веста). Лазерный абляционный анализ не выявил никаких следов

кластеризации расплава вещества в предполагаемый период Поздней тяжелой бомбардировки, а значит, поверхность самого массивного астероида, скорее всего, не испытывала никакого мощнейшего ударного воздействия, что безусловно ставит под сомнение эту гипотезу. Как мы видим, пока учеными не поставлена точка в летописи истории Солнечной системы, и эта тема ждет новых пытливых умов, сложнейших расчетов и моделирований.

Но давайте вернемся к вопросу формирования ныне существующих кометных резервуаров. Как я уже говорил, Уран и Нептун постепенно смещались все дальше от Солнца, «выметая» объекты, находящиеся перед ними. В результате этого процесса было сформировано современное транснептуновое облако, и на протяжении миллиардов лет оно служило главным источником короткопериодических комет, семейства которых, исходя из дистанции афелия, названы в честь планет-гигантов. И самым многочисленным, конечно, стало семейство Юпитера, сила гравитационного воздействия которого на порядок больше, чем у второй по массе планеты – Сатурна. Объекты пояса Койпера можно разделить на «горячие» и «холодные» (или же «красные» и «синие»), причем ядрами будущих комет могут быть и те и другие. С первой популяцией все ясно – они сформировались в окрестностях Юпитера (ближе к Солнцу, а значит, в более теплых условиях), а после были выметены на периферию, и этот процесс достаточно хорошо описан в модели Ниццы. Эти объекты имеют относительно высокие наклонения и более хаотичные орбиты. Но процесс формирования «холодного» населения пояса Койпера пока малопонятен. Спектрально это совсем другие объекты, которые, скорее всего, сформировались примерно там, где и находятся сейчас. Но есть одна загадка – их орбиты лежат в плоскости эклиптики и среди них есть большая доля гравитационно слабосвязанных двойных систем. Не похоже, что они когда-либо испытывали сильное возмущающее воздействие со стороны Нептуна; на этот вопрос может дать ответ усовершенствованная модель Ниццы.

В 2011 году чешский астроном Дэвид Несворны предположил, что в юной Солнечной системе было не четыре, а пять газовых гигантов! Примерно четыре миллиарда лет назад Юпитер вытолкнул эту гипотетическую планету из Солнечной системы. При этом обратным воздействием он быстро, «прыжком», был переброшен на свое текущее положение, не оказав катастрофического влияния на планеты земной группы. В свою очередь, безымянный гигант выбросил Нептун, который в то время мог находиться вблизи Юпитера и Сатурна, на периферию,

за орбиту Урана. Такая быстрая, скачкообразная перестройка могла сохранить нетронутой «холодную» часть популяции современного транснептунового пояса. Участь самого таинственного гиганта оказалась печальной – по расчетам Несворны, он был навсегда выброшен из нашей планетной системы, став планетой-сиротой. Подобные объекты уже открыты, а их общее количество только в нашей галактике оценивается в несколько десятков миллиардов! Так что подобные сценарии не что-то исключительное, а вполне естественный процесс эволюции молодых и еще нестабильных планетных систем.

Как вы можете видеть, подобные вычисления содержат серьезные допущения. И это действительно так. Ученым известны проблемы, с которыми они могут столкнуться при таких расчетах (к примеру – проблема округления), поэтому процесс модернизации математического аппарата не стоит на месте, и я уверен, что текущая модель формирования Солнечной системы, со всеми ее дополнениями, не догма, а лишь приглашение к дальнейшему обсуждению.

Что касается облака Оорта, то с ним все проще. Здесь хорошо применимо давнее высказывание из книги Экклезиаста: «Многие знания – многие печали». В отличие от транснептунового пояса, эта область, при всех наших научных и технических достижениях, все еще остается абсолютной терра инкогнита. Да, мы знаем, что оттуда прилетают кометы, орбиты которых изотропны, а значит, скорее всего, их источник – сферическое облако. Населяющие его тела, по модели Ниццы, были выброшены из внутренних областей Солнечной системы гравитацией Урана и Нептуна. Приданный им импульс был не столь велик, как у тел, навсегда выброшенных прочь более массивными Юпитером и Сатурном, и на огромном расстоянии от Солнца, исчисляемым десятками тысяч астрономических единиц, они, как канатоходец, аккуратно ступающий по тонкой нити, все же нашли хрупкое равновесие между притяжением Солнца и окружающих нас звезд, а также влиянием галактических приливных сил.

Говоря о местах постоянного обитания комет, не стоит забывать и о Главном поясе астероидов. В конце XX века и в нем было обнаружено несколько объектов, демонстрирующих кометную активность – кому[17] и хвост. Но природа такого поведения у этих уникальных объектов различна. Первым из них стал астероид 1979 OW7, который в итоге был утерян и случайно переоткрыт лишь спустя семнадцать лет. И вот тут-то началось самое интересное! Бельгийский астроном Эрик Эльст, изучая фотопластинки, полученные его чилийским коллегой Гвидо Писарро на метровом телескопе обсерватории Ла-Силья (Чили),

обнаружил ранее неизвестную комету с небольшим, но хорошо различимым хвостом. И каково же было удивление Эльста, когда он понял, что перед ним не что иное, как астероид, открытый еще в 1979 году. Несмотря на заявления об обнаруженной кометной природе, основываясь на абсолютно «астероидной» орбите странного объекта, Центр малых планет дал новому объекту «астероидное» обозначение – 1996 N2.

Возникла дилемма: новый объект демонстрировал как астероидную природу (орбита), так и кометную (активность). Но по принятой на тот момент теории эволюции Солнечной системы, в Главном поясе астероидов, так близко к Солнцу, не могло остаться объектов, сохранивших запасы замороженных летучих веществ. Исключение делалось лишь для самого крупного астероида – Цереры (и это предположение подтвердилось), но в случае 1996 N2 мы имели дело с небольшим, самым обычным астероидом Главного пояса, диаметром чуть более трех километров. Тогда ученые решили проверить, а не мог ли он быть «засланцем» из внешних областей Солнечной системы? Был выполнен огромный объем вычислений, которые показали, что переход объекта на подобную орбиту практически невозможен, а значит, «странный» астероид, с большой долей вероятности, является коренным жителем Главного пояса.

Ученые продолжали ломать голову над этой проблемой. Было выдвинуто предположение о недавнем (конечно, по астрономическим меркам) распаде крупного тела, в недрах которого могли еще оставаться запасы льда; но тогда мы наблюдали бы намного больше подобных объектов и они не были бы столь уникальными. Между тем «астероид» 1996 N2 наблюдался при прохождении им трех перигелиев и каждый раз он демонстрировал повторяемость своей кометной активности. Лишь спустя десять лет после открытия он был признан объектом двойной классификации, получив как астероидный номер и имя (7968) Elst-Pizarro, так и кометное обозначение – 133P/Elst-Pizarro. Этот объект и стал первой кометой Главного пояса астероидов.

В 2010 году в Главном поясе были открыты еще две кометы, но их внешний вид заставил ученых задуматься, а кометы ли это на самом деле? Да, и у кометы P/2010 A2 (LINEAR), и у астероида (596) Scheila наблюдался хвост и кома, но странной ассиметричной формы. Компьютерное моделирование подсказало ответ – большая часть вещества была выброшена за короткий промежуток времени, практически одномоментно, и, скорее всего, это событие стало результатом удара – космического столкновения. Причем в случае с кометой P/2010 A2 (LINEAR),

которой позже был присвоен постоянный номер 354P/LINEAR, на снимках, полученных на 350-сантиметровом телескопе «WIYN», отчетливо виден точечный источник – тот самый уцелевший астероид, по которому и пришелся удар. В 2022 году схожую форму хвоста наблюдали и у астероида Диморф, искусственно «торпедированного» в ходе космической миссии DART[18]. С этим классом комет Главного пояса все понятно – внешне они схожи с ледяными странниками, но по своей истинной природе не являются ими.

Помимо редкого события – космического столкновения двух тел, «кометную» активность может вызвать и разрушение астероида из-за вращательной нестабильности, о которой мы еще обязательно поговорим, когда доберемся до рассказа о ядрах комет. Процесс полной дезинтеграции ядра ученые могли изучать, наблюдая за пылевым шлейфом «комет» P/2013 P5 (PANSTARRS), P/2012 F5 (Gibbs) и P/2013 R3 (Catalina-PANSTARRS). И это далеко не полный список подобных объектов, конечно, не являющихся кометами в общем понимании этого слова, хотя и носящих кометные обозначения; все они – лишь результат космических катаклизмов.

А что же 133P/Elst-Pizarro? По всей видимости, это настоящая комета, но пребывавшая до определенной поры в «спячке». В 2013 году были получены детальные данные с инфракрасных космических телескопов Spitzer[19] и WISE[20], показавшие, что активной областью ядра этой кометы является небольшое светлое образование, диаметром около двухсот метров. Скорее всего, это ударный кратер возрастом не более ста миллионов лет. Столкновение с небольшим телом «вскрыло» подповерхностный резервуар летучих веществ и оголило залежи поверхностного льда, ранее прикрытого слоем пыли. И эти источники кометной активности расходуются при каждом сближении кометы с Солнцем.

Настоящих комет третьего, самого крошечного обиталища, если брать их число в сравнении с количеством ледяных глыб пояса Койпера и облака Оорта – исчезающе мало. Но все же они есть, и от них уже нельзя просто отмахнуться. Возможно, именно эти тела все еще сохранили образцы первобытных летучих веществ планет земной группы, то, из чего когда-то сформировался первичный океан Земли. По последним данным, именно водяной лед подобных объектов максимально схож по своему изотопному составу с водой наших океанов, но более подробно я расскажу об этом в отдельной главе.

Эти объекты – память, естественный музей далекого прошлого четырех небольших каменных планет, на одной из

которых мы живем. В 2025 году к комете 133P/Elst-Pizarro планировали отправить китайскую автоматическую межпланетную станцию «Тяньвэнь-2»[21], которая должна будет выйти на ее орбиту и изучать уникальный объект на протяжении минимум года. В начале 2023 года Китайское национальное космическое управление (CNSA) изменило первоначальные планы, и теперь космический аппарат должен будет отправиться к «комете» 311/P (PANSTARRS), которую ранее мы знали как P/2013 P5 (PANSTARRS), – тому самому разрушившемуся астероиду, который я уже упоминал. Объяснений этой замены нет, но, скорее всего, она связана с оптимизацией полета – новая цель оказалась легче достижима. В целом, как мне кажется, это неравноценная замена, так как 311P не является кометой в полном смысле этого слова, и я очень надеюсь, что комета Главного пояса 133P/Elst-Pizarro все же будет изучена в будущем.

Теперь, когда мы разобрались с внешними границами Солнечной системы, давайте поговорим о том, как же кометы из главных резервуаров – облака Оорта и транснептунового пояса, – попадают во внутреннюю область нашей планетной системы, уменьшая свои перигелии[22] в десятки миллионов раз! Кстати, теперь вы сами можете решить, покинула ли автоматическая межпланетная станция «Вояджер-1» пределы Солнечной системы, преодолев рубеж всего в 100 астрономических единиц, или все же нет?

Мы уже знаем, что в основном кометы обитают на окраине Солнечной системы, в облаке Оорта, вдали от испепеляющего жара нашей звезды, там, где температура не превышает 50 кельвинов[23]. Но что же заставляет их изменить свою орбиту и отправиться навстречу Солнцу или же, наоборот, навсегда покинуть нашу планетную систему? Когда Ян Оорт писал свою фундаментальную статью, он предположил, что из хрупкого гравитационного равновесия ледяные тела может вывести воздействие близких звезд. Но Солнце находится в достаточно разреженном пространстве Галактики[24]. В конце XX – начале XXI века, когда у астрономов появились новые, более полные и точные звездные каталоги, они смогли рассчитать, что за прошедший миллион лет Солнечная система сближалась всего с двенадцатью звездами до расстояния в один парсек[25], причем две трети из этих звезд составляли красные и коричневые карлики, обладающие массой до половины солнечной. Такие сближения не могли вызвать «кометного цунами», ими нельзя объяснить наблюдаемое число долгопериодических комет во внутренней области Солнечной системы.

На протяжении тридцати лет этот вопрос оставался без

ответа, пока в 1978 году не вышла научная статья немецкого астронома Людвига Бирмана «Плотные межзвездные облака и кометы». В своей работе ученый предположил, что гигантские молекулярные облака гравитационно воздействуют на кометы, которые все еще принадлежат Солнечной системе, то есть еще испытывают пусть и очень слабое, но все же доминирующее влияние гравитации Солнца. В таком состоянии слабого равновесия нужна совсем небольшая сила, чтобы изменить орбиту объекта и его дальнейшую судьбу. И эта сила, пусть и у разреженных, но поистине исполинских образований газа и пыли, есть, ведь их масса может достигать миллиона масс Солнца! Это была новая интересная идея, ведь до семидесятых годов XX века человечество ничего не знало о подобных структурах. В последующие годы эта теория прорабатывалась многими учеными, которые пришли к выводу, что случаи тесных сближений со «сгустками» или, как их называют астрономы, – ядрами гигантских молекулярных облаков, достаточно редки, а их общее воздействие на кометы облака Оорта примерно равно тому, что оказывают ближайшие звезды. Математические модели показывали, что оба этих сценария не объясняют наблюдательных данных. Нужно было искать что-то еще…

В 1983 году американский астрофизик Джон Бил, основным научным интересом которого была галактическая астрономия, опубликовал статью «Влияние галактических возмущений на околопараболические кометные орбиты», где впервые предположил, что гравитационно слабосвязанные кометные тела во внешних областях Солнечной системы могут испытывать приливное воздействие… Галактики. Вблизи Солнца это влияние пренебрежимо мало, и мы его даже не в силах зафиксировать. Для Земли оно составляет примерно одну триллионную солнечного приливного воздействия. Если приливное воздействие Луны на Землю поднимает уровень моря на полметра, то приливное воздействие Галактики – всего на 10 пикометров[26], что меньше размера атома[27]! Но это на дистанции в одну астрономическую единицу от нашей звезды, а на расстоянии в один световой год[28] все совсем по-другому. В 1985 году Харрингтон и в 1986 году сам Бил установили, что главное возмущающее воздействие на кометы облака Оорта оказывает приливное влияние галактического диска. Все встало на свои места. Причем возмущающий импульс от галактических приливов способствует проникновению комет сквозь динамические барьеры Юпитера и Сатурна. Поэтому можно говорить, что большинство динамически новых комет, которые мы видим вблизи Солнца, посланы нам самой Галактикой!

В наибольшей степени воздействие извне влияет на внешнюю область облака Оорта. По расчетам ученых, за время существования облака оно могло потерять до 95 % своих тел. Астрономы предполагают, что существует работающий механизм, «подпитывающий» внешние области кометного облака объектами из его внутренней части. Как один из источников подобной «регенерации» рассматривался и захват межзвездных комет, но проведенные расчеты показали, что такой сценарий маловероятен.

Итак, в общих чертах я рассказал о том, как долгопериодические кометы попадают в ближайшие окрестности Солнца, а теперь предлагаю перейти к короткопериодическим кометам из транснептунового пояса.

Как мы уже знаем, в 1990-х годах начали массово открывать малые тела за орбитой Нептуна. В 1997 году американские астрономы Мартин Дункан и Гарольд Левисон предприняли попытку компьютерного моделирования орбитальной эволюции подобных объектов. Были взяты 2200 «виртуальных» тел, и смоделирована их история на протяжении миллиарда лет. Расчет показал, что большую часть времени, медленно дрейфуя во внутреннюю часть пояса Койпера, эти объекты находятся под гравитационным воздействием лишь одной планеты – Нептуна. При сближении с ним ледяные тела могут быть выброшены как вовне, так и внутрь Солнечной системы, при этом средний эксцентриситет орбиты остается умеренным и составляет 0,25. Дальше эти кометы ждет встреча с Юпитером и Сатурном, которые вновь «просеивают» их, выбрасывая часть объектов вовне. И лишь те, что минуют этот барьер, увеличивают эксцентриситет своей орбиты и получают шанс предстать перед глазами землян настоящей хвостатой кометой. На это у них уходит несколько тысяч лет. Юпитер и в меньшей степени Сатурн преобразуют их орбиты так, чтобы «контролировать» их афелии, которые лежат вблизи орбит этих гигантов. И вот около 30 % из тех объектов, которые отправились в путь из областей, расположенных далеко за орбитой Нептуна, становятся видимыми нам как короткопериодические кометы семейств Юпитера и Сатурна (часто эти семейства не разделяют, называя все эклиптические кометы семейством Юпитера). Расчеты показывают, что медианное время жизни подобных комет, – от их первого сближения с Нептуном до вылета в облако Оорта или же за пределы Солнечной системы, а порой и до столкновения с Солнцем или планетой, – составляет 45 миллионов лет.

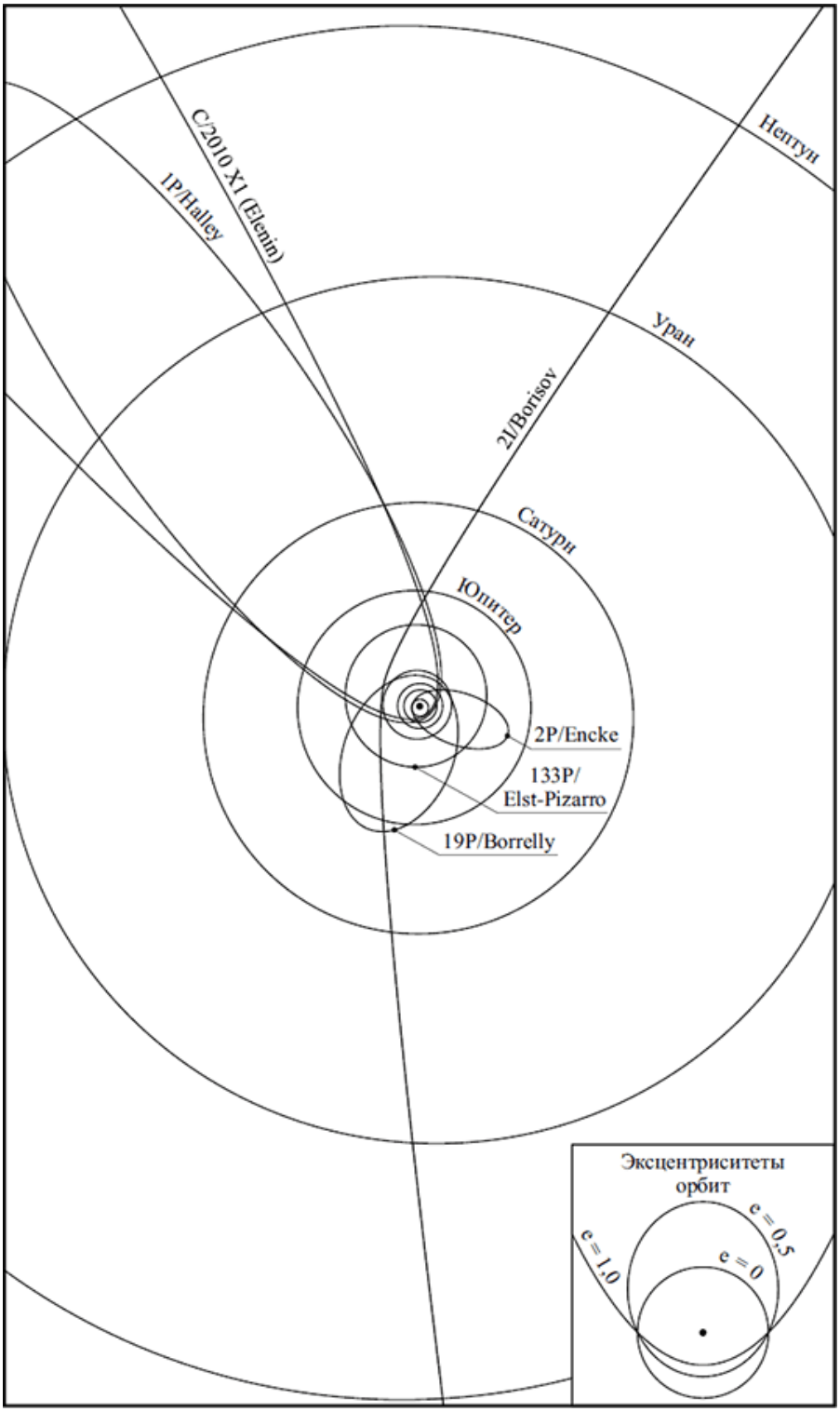
Ученые пришли к выводу, что опубликованные модели эволюции «холодных», не наклоненных транснептуновых объектов

и превращения их в короткопериодические кометы, обладают изъяном – в действительности мы наблюдаем больше подобных комет, чем может обеспечить «классический» пояс Койпера, а значит, есть и другие их источники. В 1983 году астрономы Хулио Анхель Фернандес, Винг Хуэн Ип и, в 1988 году, Майкл Торбетт предсказали существование рассеянного диска, населенного транснептуновыми объектами на сильно вытянутых орбитах, но все же гравитационно связанными со своим «пастухом» – Нептуном. Спустя год после первой статьи Дункан и Левисон публикуют ее логическое продолжение, рассматривая как источник эклиптических комет полностью гипотетический на тот момент рассеянный диск. (Первый подобный объект – 1996 TL66, откроют спустя несколько месяцев после выхода их статьи.) Астрономы предположили, что, хотя объекты рассеянного диска обладают сильно вытянутыми орбитами, но при прохождении определенных перигелиев они все еще могут испытывать достаточно сильное влияние Нептуна и быть захваченными в цикличный процесс смены орбитальных резонансов (3:13, 4:7, 3:5), который в итоге может привести их на классическую орбиту комет семейства Юпитера. Расчеты показали, что для согласования с наблюдательными данными таких объектов может быть в тысячу раз меньше, чем в модели классического пояса Койпера. Число тел диаметром более километра оценивается от 2 до 6 миллиардов – это вполне достаточный источник даже при том, что медианное время жизни подобных объектов на нестабильных орбитах значительно уступает срокам спокойной и размеренной жизни «холодных» транснептуновых объектов. В 2004 году итальянский астроном Алессандро Морбиделли и его американский коллега Майкл Браун опубликовали еще одну фундаментальную статью «Пояс Койпера и первичная эволюция Солнечной системы», в которой они также пришли к выводу, что основным источником комет семейства Юпитера и кентавров является именно рассеянный диск.

Помимо комет семейств планет-гигантов, выделяют интересное семейство Энке, названное в честь первой подобной кометы – 2P/Encke. Можно сказать, что это «сверхкороткопериодические» кометы, орбиты которых полностью лежат внутри орбиты Юпитера. Подобных тел немного: пока их известно около семи десятков. К этому же типу объектов можно отнести и некоторые астероиды, которые с большой вероятностью могут оказаться не чем иным как неактивными ядрами уже мертвых комет. Многочисленные расчеты показали, что по законам небесной механики выход на подобные орбиты невозможен под действием только лишь гравитационных сил. Для

этого требуются значительные негравитационные силы, вызванные активностью самой кометы.

Пока не решен вопрос, откуда берутся кометы, подобные великой комете Галлея. Считается, что дополнительным источником таких комет может быть внутренняя область облака Оорта, но имеющиеся модели противоречивы и не дают полного объяснения этого процесса. К примеру, неясно, как эти объекты выходят на ретроградные орбиты[29], подобные той, на которой находится сама комета Галлея. Компьютерное моделирование показало, что лишь небольшая часть таких комет может приходить из транснептуновой области, а значит, где-то есть их источник, который должен быть достаточно «плоским», хотя само облако Оорта считается почти сферическим. Возможно, домом этих комет может являться то самое гипотетическое тороидальное облако Хиллса, о котором мы уже говорили. Но пока у ученых нет понимания процессов миграции населяющих его тел во внутреннюю часть Солнечной системы, которая все еще хранит огромное число загадок и тайн для будущих пытливых исследователей!


Нептун
C/2010 X1 (Elenin)
1P/Halley
Уран
2I/Borisov
Сатурн
Юпитер
2P/Encke
133P/
Elst-Pizarro
19P/Borrelly
Эксцентриситеты
орбит
e = 0,5
e = 1,0
e = 0

II. Как изучают кометы

Я уже рассказал о том, где живут кометы и откуда прилетают, а в следующей главе мы поговорили об их природе – что они представляют собой на самом деле. А сейчас самое время рассказать о длинном и тернистом пути их познания и изучения. Человечество на всем протяжении задокументированной истории уделяло кометам особое внимание и приписывало им важную роль. Тысячелетиями люди ассоциировали эти небесные тела с грядущими войнами и смертями, и во многом благодаря подобной дурной славе мы знаем так много исторических, а не чисто астрономических записей наблюдения комет. Я начну свой рассказ с древних времен, когда над египетской пустыней возвышались еще белоснежные пирамиды…

В Древнем Египте астрономии придавали огромное значение. Египетские жрецы были одними из первых астрономов-наблюдателей. Они не знали «почему», они знали лишь, что так должно происходить. Когда на небе впервые замечали яркий Сириус – приходило время разлива Нила, земного отражения небесной реки Млечного Пути. С созвездиями, звездами и планетами самым тесным образом был связан как религиозный, так и сельскохозяйственный календарь. Египтяне уже знали пять планет, и именно эти знания об их движении в Древнюю Грецию привез Евдокс Книдский. И конечно же они видели странные звезды, иногда появляющиеся на небе. Одним из документальных подтверждений этому являются иероглифические надписи внутри пирамиды фараона VI династии Древнего Царства Пепи (Пиопи) II. В загробный мир его ведет именно «длинноволосая звезда». Примечательно, что сейчас мы знаем имя его проводника – с большой долей вероятности это была знаменитая комета Хейла – Боппа, открытая в 1995 году. Вот такая завораживающая связь времен! Многие из нас видели эту космическую странницу на весеннем небе в 1997 году, а в прошлое появление ее наблюдали древние египтяне, жизнь которых давно превратилась для нас в мифы и легенды. Это, кстати, один из первых документально подтвержденных примеров наблюдения комет в истории человечества.

Отдельный вопрос, на который пока нет точного ответа, какие из документально подтвержденных наблюдений считать самыми первыми. В конце XVIII века Александр Гуа Пингре писал, что первое подобное наблюдение состоялось в 2349 году до нашей эры. Клим Иванович Чурюмов в своей книге «Кометы и их наблюдение» приводит данные Уильяма Уистона,

опубликованные в том же веке, о том, что одно из первых документально подтвержденных наблюдений комет датируется 2296 годом до нашей эры. Более современные исследования середины прошлого века, проведенные Балдетом, говорят, что первой может быть комета 2315 года до нашей эры. В целом все эти кометы можно считать в большей степени мифическими. Возможно, первые документально подтвержденные наблюдения косматых странников записаны на древневавилонских каменных табличках, хранящихся сейчас в Британском музее, и рассказывающих о комете 674 года до нашей эры. Как раз в этом веке, хотя и немного позже, начинается регулярная регистрация новых комет древнекитайскими астрономами, которые внесли неоценимый, я бы сказал недооцененный, вклад в изучение этих объектов. Итак, достоверно известно, что до нас дошли записи об исторических наблюдениях с VII века до нашей эры из Вавилона и Китая. Записи китайских астрономов поражают своей обширностью: на регулярной основе они велись до XVII века нашей эры и содержат данные о более чем трехстах кометах! Древние китайцы называли кометы «звездами-метлами» (хуэй син) и, как и прочие народы, считали их плохим предзнаменованием. Кстати, именно китайские наблюдатели комет одними из первых подметили, что хвост-метла всегда направлен в противоположную от Солнца сторону, хотя дальнейшего развития эта идея не получила. В одном из ранних документов, относящемся к 612 году до нашей эры, возможно, описана самая известная из всех косматых странниц – комета Галлея. Хотя, скорее всего, это неверная привязка, так как комета должна была пройти свой перигелий несколькими годами ранее. Зато мы знаем точно, что древнекитайские астрономы фиксировали все появления этой кометы с 240 года до нашей эры вплоть до 1607 года, на закате эпохи Мин – более 1300 лет! Их европейские коллеги впервые увидят эту комету или, что более вероятно, задокументируют свои наблюдения, значительно позже – лишь в 66 году нашей эры. Первые упоминания о кометах в русских летописях датируются 912 годом (Лаврентьевская летопись), и это была та же самая комета Галлея. Безусловно она заслуживает отдельного рассказа, ведь именно она перевернула многие наши представления о подобных космических странниках.

А пока на дворе IV век до нашей эры и в науке о кометах доминирует непререкаемое мнение великого Аристотеля, учителя самого Александра Македонского, о том, что кометы не более чем атмосферные испарения, поднимающиеся в область небесного огня и горящие там гигантскими факелами, видимыми по всей Земле. То есть он не причислял кометы к объектам космоса,

равным планетам и звездам. Непререкаемый авторитет ученого пагубно повлиял на процесс изучения комет, который стагнировал. Даже создатель великого астрономического научного труда – «Альмагеста» – Клавдий Птолемей не уделил кометам никакого внимания, полагаясь на то, что эта тема уже полностью раскрыта. Кометы все также оставались «сигнальными кострами», зажигаемыми богами. И люди, хотевшие в это верить, трактовали эти знаки так, как им было нужно. Комета 371 года до нашей эры, нависшая над спящими военными лагерями Фив и Спарты, ознаменовала победу первых в битве при Левктрах и забвение вторых. Кстати, эта комета могла относиться к семейству околосолнечных комет, о которых мы поговорим в отдельной главе.

Кометы не только «предвещали» войны, смерть и вселенский мор, они являлись знаками для властителей судеб. По их цвету и форме ученые мужи, жрецы и неравнодушные граждане строили свои предсказания будущего. Особо в этом деле преуспел Плиний Старший[30], который классифицировал все кометы по двенадцати типам, где они представлялись в виде сабель, дротиков и копий, бородатыми, косматыми и даже в виде лошадиной гривы. Некоторые ученые считали, что кометы – это рой близких звезд, огонь которых соединен воедино. Весной 44 года нашей эры, сразу после мартовских ид[31], на которых был жестоко убит Гай Юлий Цезарь, на небе в течение недели горела комета, которую посчитали чудесным явлением убитого императора, истинно взошедшего на небеса, к звездам и богам. Это событие спешно увековечили в статуе. Спустя шестнадцать лет, в 60 году, над Землей снова вспыхнул хвост кометы, и римляне решили, что это нехороший знак для ненавистного многим императора Нерона. Тот, услышав подобную молву, решил по-своему обмануть судьбу – просто уничтожить всех тех, кто, по его мнению, мог быть причастным к его свержению и убийству. Комета летела высоко в небесах, а на Земле лилась кровь. И так в истории человечества будет происходить не единожды.

На изломе тысячелетий начали появляться светлые умы, которые не хотели слепо верить тому, что, казалось бы, давно объяснено. Древнеримский философ, поэт и государственный деятель Луций Анней Сенека, помимо всего прочего, устремил свой ищущий взгляд и на кометы. В своей седьмой книге «О природе» он поднимает вопросы, которые на столетия опередят свое время. Сенека вполне резонно замечает, что кометы не «висят» на одном и том же месте над головой, а, как и ночные светила, восходят и заходят. Он революционно заявляет, что для

разгадки тайны этих объектов необходимо собрать все сведения о прежних их появлениях: быть может, часть из них мы уже видели ранее, а тогда их природа более подобна планетам, обращающимся по своим орбитам вокруг неподвижной земной тверди. Он не признает идею Аристотеля, умело аргументируя свои возражения признанному столпу науки. К примеру, в 146 году до нашей эры, незадолго до Ахейской войны, которая поставила точку в независимости Греции, и та была полностью подчинена великому Риму, на небе вновь пылала комета, «не уступавшая в размерах Солнцу». Но сколько же нужно соединить звезд, чтобы превзойти само Солнце? – резонно вопрошал Сенека. Теория и наблюдательная практика явно не согласовывались между собой и, конечно, это видел не он один. Артемидор из Эфеса и Аполлоний из Минда также считали, что каждая из комет есть планета, но видимая только небольшую часть времени, так как в остальное время «свет их темен», либо же мы можем видеть эти объекты лишь в определенных крайних точках их орбит. Человеческая мысль шла вперед, но понадобится еще полторы тысячи лет, чтобы люди наконец-то раскрыли тайну комет.

А мы, пропустив Темные века, переносимся в эпоху Возрождения. 1577 год. Известный астроном и астролог Тихо Браге приступает к возведению своей обсерватории «Ураниборг» («Замок Урании[32]») на пожалованном ему королем Фредериком II в вечное пользование острове Вен, что лежит в двадцати километрах от Копенгагена. Осень украшена потрясающим зрелищем – Великой кометой 1577 года[33], и Браге начинает наблюдения этой небесной гостьи. В немецком Граце комету наблюдает и шестилетний Иоганн Кеплер, держа за руку свою маму. Они еще поработают вместе, полностью и окончательно перевернув знания человечества о Солнечной системе, но это будет нескоро. А пока Браге педантично записывает данные о положении кометы на протяжении семидесяти четырех дней. Собрав все записи воедино, как свои, так и астронома Тадеаша Гаека[34] из Праги, и убедившись в отсутствии значимого параллакса[35] наблюдений, который присутствовал даже при наблюдениях Луны, Тихо Браге делает вывод – кометы не могут являться образованиями в атмосфере Земли, они находятся далеко, много дальше Луны, там, где обращаются планеты.

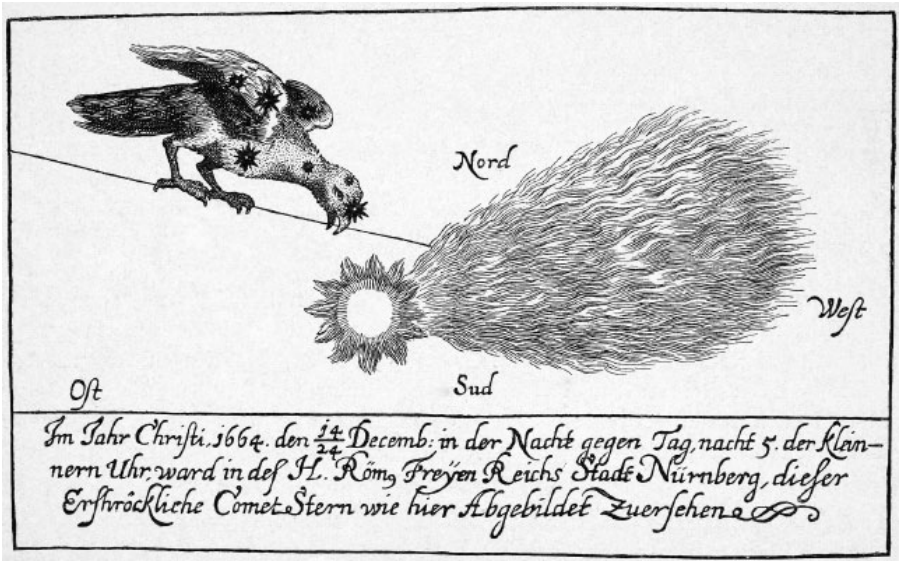
Да, говоря об открытии Браге, стоит упомянуть и другого астронома – Иоганна Мюллера[36], более известного как Регимонтан. За сто лет до описываемых событий он следил за движением Великой кометы 1472 года, аккуратно зарисовывая ее положение относительно звезд и отмечая изменения направления ее хвоста. К сожалению, он так и не понял причин изменения его

ориентации, всегда направленной против Солнца, и не довел свои исследования движения комет до конца, скончавшись в возрасте сорока лет. Открытие космической природы комет откладывалось еще на сто лет.

Но вернемся к Тихо Браге, который до конца отстаивал геоцентрическую модель мира, отрицая гелиоцентрическую систему Николая Коперника[37], хотя, казалось бы, у него на руках были неопровержимые наблюдательные данные. При этом он твердо стоял за право комет быть космическими жителями нашей планетной системы. В научном мире все еще главенствовал постулат великого Аристотеля, казавшийся незыблемым на протяжении стольких веков! Даже Галилео Галилей[38] не смог принять революционного открытия датского астронома, объяснив отсутствие параллакса тем, что кометы есть оптический эффект, иллюзия, а у подобных «нефизических» объектов не может быть и параллакса. Да, печальный пример Джордано Бруно[39], взошедшего на костер на площади Цветов в Риме, хорошо отрезвлял. И все же авторитета Тихо Браге хватило, чтобы постепенно сломать прежнее, уже окаменелое, представление о кометах как огнях в небесах. Их признали полноправными жителями космического пространства, и уже совсем скоро люди научатся определять и их кеплеровы орбиты[40].

На протяжении десяти лет, с 1609 по 1619 год, преемник великого Тихо Браге – Иоганн Кеплер – публикует эмпирически выведенные им на основе наблюдений Тихо законы, но на гелиоцентрическую систему мира пока наложено табу. В 1664 году была открыта первая Великая комета эпохи Просвещения – C/1664 W1, или Великая комета 1665 года. Только представьте себе список ученых, которые наблюдали ее: Исаак Ньютон, Эдмунд Галлей, Роберт Гук, Ян Гевелий, Джованни Кассини. Ее яркость и внешний вид будоражат всех – от простого горожанина до «короля-солнца»[41]. Кстати, именно эта комета побудила будущего отца классической механики, который наблюдал ее будучи студентом Кембриджа, увлечься астрономией. Конечно, и эта «хвостатая» была уличена в появлении Великой эпидемии чумы в Лондоне и, чтобы два раза не ходить, – еще и в Великом пожаре следующего года. Король Португалии Афонсу VI, посчитавший, что комета грозит лично ему, даже пытался стрелять в нее из пистолета. Интерес к кометам был, и был он огромным. Дошло до того, что король Франции Людовик XIV созывает в Париже первое в истории собрание ученых, посвященное кометам, чтобы те наконец-то объяснили, что же это за объекты. До понимания их физической

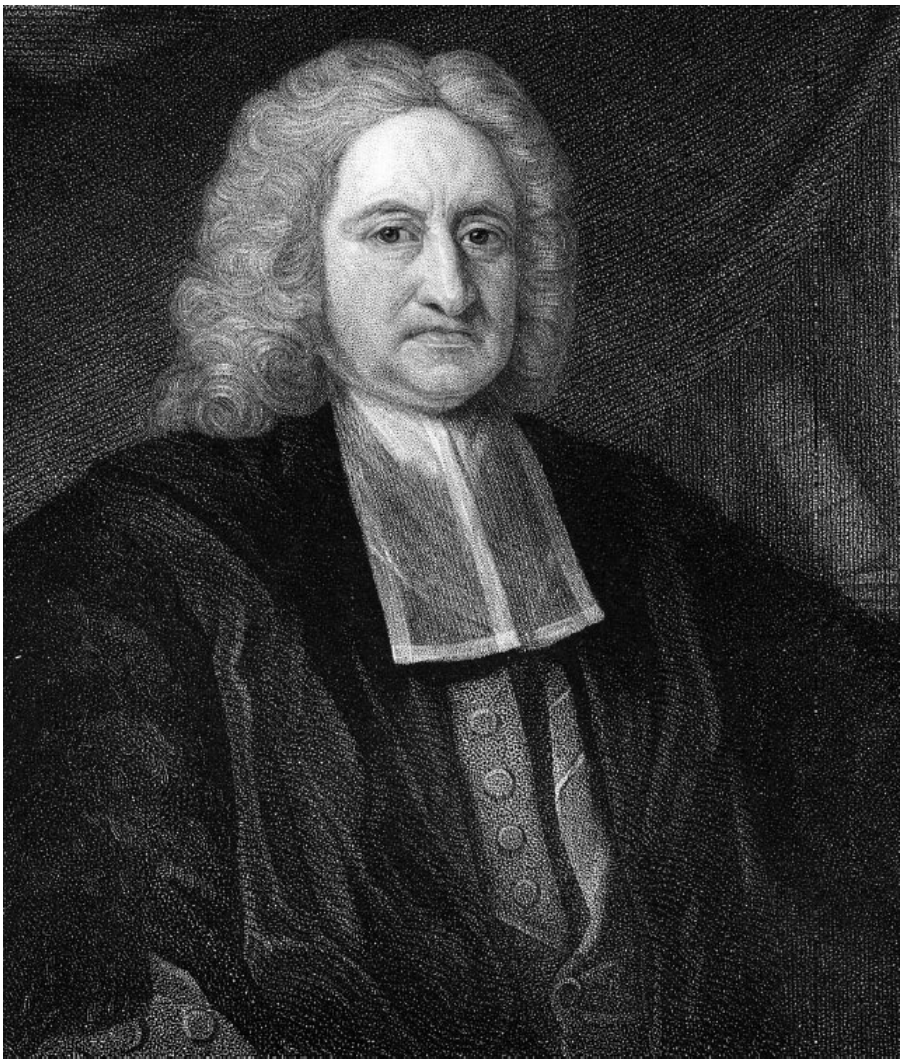
природы было еще далеко, но астрономы уже склонялись к тому, что, скорее всего, это тела, пересекающие Солнечную систему по незамкнутым параболическим траекториям.



Великая комета 1664 года

В 1665 году маленькому мальчику Эдмунду Галлею еще девять лет, но именно он внесет неоценимый и революционный вклад в исследования комет. Спустя двенадцать лет, будучи студентом третьего курса Оксфорда, Галлей публикует научную работу «Об орбитах планет» и отправляется на остров Святой Елены для изучения южного неба. Результатом этой работы станет публикация «Каталога южного неба» в 1679 году, после чего Галлей переключится на новую задачу – исследование силы, которая управляет движением планет. В 1680 году германский астроном Готфрид Кирх впервые открывает комету с помощью нового научного инструмента – телескопа. Именно на этой комете Ньютон будет оттачивать свои расчеты. В 1682 году на небе загорается новая яркая странница, и Галлей берется за определение ее орбиты, но сталкивается с трудностями и обращается к Ньютону, зная, что тот уже долгое время работает над этой задачей, но не рассказывает о своих научных результатах. Именно по просьбе Галлея в ноябре 1684 года Ньютон публикует научный трактат «О движении», который станет предтечей его революционной работы «Математические начала натуральной философии» 1687 года. В этой работе Исаак Ньютон постулирует свой закон Всемирного тяготения – фундаментальный закон классической механики, который

провозглашает приход нового, гелиоцентрического миропорядка. Но давайте вернемся к Галлею…



Эдмунд Галлей

Вооружившись новейшим математическим аппаратом Ньютона и архивными наблюдательными данными с 1337 по 1698 год, в том числе и наблюдениями Тихо Браге, Эдмунд садится за определение орбит двадцати четырех комет, по которым собраны длинные ряды измерений. После долгой работы, в 1705 году, он публикует фундаментальный труд «Краткий обзор астрономии комет», главной целью которого считает подтверждение закона всемирного тяготения, а также проверку гипотезы Ньютона, что кометы совершают обращение

вокруг Солнца по чрезвычайно вытянутым, но все же замкнутым эллиптическим орбитам. Именно в этой работе он впервые отмечает, что орбиты комет 1531, 1607 и 1682 годов очень схожи между собой и все их измерения можно объединить в одну общую орбиту со средним периодом обращения вокруг Солнца равным 75,5 года! А зная период обращения, опять же по закону Ньютона можно легко определить большую полуось орбиты и ее эксцентриситет. И эти параметры с большой точностью совпадают с современными расчетами на эпоху 1682 года. Вот так кометы из бездомных странников превратились в жителей Солнечной системы. Выполнив расчеты с учетом простейшего возмущения кометной орбиты гравитацией Юпитера и Сатурна, Галлей предположил, что в следующий раз небесная странница 1682 года должна прилететь в 1758 году.

Сам Эдмунд Галлей, хотя и прожил долгую и насыщенную жизнь, так и не увидел триумфального возвращения кометы, которая пока еще не носила его имени – он скончался в 1742 году, в возрасте восьмидесяти пяти лет. Шли годы – и вот время настало! Астрономы внимательно следили за небом в ожидании возвращения уже знаменитой кометы. Этим занимался и молодой Шарль Мессье, о котором я еще обязательно расскажу отдельно. Прошло лето, а за ним осень – кометы не было. Неужели ошибка и крушение такой стройной и элегантной теории? За расчеты садятся французские математики и астрономы: Алексис Клод Клеро, Жозеф Жером Лефрансуа де Лаланд и первая французская женщина-математик – Николь-Рейн Лепот. Плодом их титанических усилий станет уточнение орбиты кометы и расчетов даты прохождения перигелия – при более точном учете гравитационных возмущений дата сдвигалась на 13 апреля 1759 года. Комета должна была прилететь, но немного «запаздывала» относительно расчетов самого Галлея. Но все же она будет открыта в 1758 году, точно в канун католического Рождества. И сделает это немецкий астроном-любитель Иоганн Георг Палич[42]. Комета пройдет перигелий 13 марта 1759 года – французские ученые ошибутся всего на месяц. И в том же году французский астроном Никола-Луи де Лакайль впервые назовет эту комету именем Галлея. А годом позже Алекси Клеро опишет свои методы расчета движения комет (эфемериды) и приближенного решения задачи трех тел в научном труде «Теория комет».

В следующий раз комету ожидали в 1835 году. Более точные расчеты немецкого астронома Отто Августа Розенбергера, учитывающие гравитационные возмущения от открытой к тому времени планеты Уран[43], дали ошибку определения даты

прохождения перигелия всего в четверо суток. А первое прохождение перигелия в XX веке, намеченное на 20 апреля 1910 года, было с высокой точностью предсказано в 1907 году английскими астрономами Филипом Гербертом Коуэллсом и Эндрю Клодом де ля Шеруа Кроммелином с помощью новейшего математического аппарата – численных методов интегрирования движения небесных тел, основные принципы которого современные астрономы используют и по сей день. В этих расчетах, разумеется, учитывались все восемь[44] планет Солнечной системы, о которых мы знаем. По иронии судьбы, планета Нептун также была открыта благодаря математическим расчетам. В начале XX века ученым наконец-то удалось «связать» воедино все разрозненные наблюдения кометы Галлея начиная с 240 года до нашей эры, тем самым ее наблюдательная дуга превысила 2200 лет! Последний перигелий комета Галлея прошла 8 февраля 1986 года. Именно тогда, впервые в истории человечества, комету изучали несколько космических аппаратов, выводя исследования космических странников Солнечной системы на абсолютно новый уровень. Об этом мы поговорим в конце главы, а пока давайте вернемся на Землю.

На протяжении тысячелетий люди наблюдали кометы визуально, сначала используя лишь зрение, а позже применяя оптические инструменты, которые расширили наши возможности. В 1680 году впервые была открыта комета с помощью телескопа – комета Кирха или, как ее еще называли, комета Ньютона. А спустя 178 лет, в сентябре 1858 года, комету впервые запечатлели на фотографии. Это стало началом новой эры изучения хвостатых странниц – фотографического наблюдения и исследования. Первой в истории космической фотомоделью стала комета Донати (C/1858 L1), открытая итальянским астрономом Джованни Баттиста Донати 2 июня 1858 года. Ее семисекундный снимок был получен 27 сентября в Уолтоне-на-Холме английским фотографом-портретистом Уильямом Ашервудом с помощью объектива диаметром 82 мм и фокусным расстоянием 305 мм. К сожалению, эта историческая фотография не сохранилась. А первую фотографию, полученную через телескоп, сделал на следующую ночь американский астроном Джордж Филлипс Бонд в обсерватории Гарвардского колледжа. Это был тот самый ученый, который получил первую фотографию звезды – ею стала Вега – и первый фотоснимок двойной звезды – известного всем Мицара из ручки Ковша Большой Медведицы. С этого момента все яркие кометы, появлявшиеся на земном небе, активно фотографировали, и ученые уже могли скрупулезно изучать морфологию как головы кометы, так и ее хвостов.

Как раз в 1858 году выдающийся российский астроном Федор Александрович Бредихин занялся исследованием строения хвостов комет. Немецкий астроном Фридрих Вильгельм Бессель первым сделал вывод о том, что динамика частиц кометного хвоста вызвана отталкивающими силами, исходящими от Солнца и изменяющимися обратно пропорционально квадрату гелиоцентрического расстояния[45]. Опираясь на его труды по исследованию хвоста кометы Галлея при ее появлении в 1835 году, Бредихин создал максимально точную на то время «механическую теорию кометных форм». Его математическая модель позволила описать поведение вещества – малых пылевых частичек – как в голове кометы, так и внутри ее хвоста. Пыль, выброшенная из ядра кометы, начинает двигаться не только под действием притяжения к Солнцу, но и отталкиваясь от него вследствие давления солнечного света. Что же касается газового или, как его еще называют, ионного хвоста кометы, который «развевается» в потоке солнечного ветра, то до открытия этого плазменного эффекта и даже появления самого термина «солнечный ветер», введенного американским астрофизиком Юджином Паркером, оставалось еще сто лет. В 1877 году в свет вышла классификация кометных хвостов, в которой Бредихин изначально разделил их на три типа: прямолинейные, в виде изогнутого конуса и короткие прямые хвосты. В 1884 году он добавил и четвертый тип – аномальный хвост, направленный к Солнцу. Но более подробно об украшениях комет – их хвостах, а также структуре их ядер, газово-пылевой оболочке и физических свойствах мы поговорим в следующей главе, а здесь продолжим повествование о развитии наших знаний о кометах.

Итак, первые фотоснимки комет были получены; следующим этапом стали спектроскопические исследования. Ими занялся все тот же астроном, в честь которого была названа первая сфотографированная комета – Джованни Донати. Идея одновременной регистрации всей ширины электромагнитного спектра была реализована немецким ученым Йозефом Фраунгофером еще в начале XIX века. В его первом приборе – спектроскопе – луч света, прошедший через специальные щели и линзы, превращался в узкий пучок параллельных лучей, которые, падая на призму, расщеплялись, и волны разной длины отклонялись на разные углы. Изображение наблюдали через специальную трубку с нанесенной на нее шкалой для измерений. Изобретение фотографии многое поменяло не только в повседневной жизни, но и в различных областях науки. Вместо трубки стали использовать фотокамеру, и спектры стали проецировать на фотопластинку для их дальнейшего анализа.

В 1862 году Донати опубликовал работу о возможности определения физических свойств звезд по их спектрам. А в 1864 году ученый, уже имевший опыт получения спектров Солнца и ярких звезд, впервые провел спектроскопические наблюдения яркой кометы C/1864 N1 (Tempel), или 1864 II по старой номенклатуре. Заметим, что спектроскопические измерения голов комет отличаются от исследования звезд. В большей степени газово-пылевые оболочки комет «светят» отраженным солнечным светом, то есть их спектр ничего не говорит нам о химических элементах в составе головы кометы. Чем активнее комета, тем выше вероятность зафиксировать эмиссионные линии – линии излучения веществ, входящих в состав окружающей ядро газово-пылевой оболочки. Но состав самого ядра все равно от нас скрыт.

Донати повезло: на фоне отраженного солнечного спектра он увидел несколько эмиссионных линий, хотя и не смог их идентифицировать. Спустя четыре года ему помог с этим английский астроном-любитель Уильям Хаггинс, первым установивший, что это свечение принадлежит молекулам двухатомного углерода (C_2). В 1881 году уже сам Хаггинс, который построил частную обсерваторию и всерьез занялся новым направлением в астрономии, с помощью щелевого спектрографа обнаружил эмиссионные линии активного радикала циана CN, а также молекулы трехатомного углерода (C_3) в газово-пылевой оболочке кометы Теббатта (C/1881 K1), или Великой кометы 1881 года. Независимо ее спектр изучал и другой гениальный самоучка – американский врач и астроном-любитель Генри Дрейпер (Дрэпер). Кстати, именно он получил первый широкоугольный снимок кометного хвоста. Спектроскопия комет стала научной обыденностью, но продолжила совершенствоваться.

Наступил XX век. В 1909 году мир ждал нового пролета кометы Галлея. Во-первых, это было ее первым появлением с момента изобретения фотографии, а во-вторых, ученые уже были вооружены и другим научным новшеством – спектроскопией. Комета была обнаружена, или, как говорят астрономы, переоткрыта, 11 сентября 1909 года немецким астрономом Максимилианом Вольфом в Гейдельбергской обсерватории с помощью 72-сантиметрового телескопа-рефлектора как объект 16–17 звездной величины. 20 апреля 1910 года она прошла перигелий, а 18 мая ее ядро оказалось точно на фоне диска Солнца. В этот момент Земля погрузилась в ее протяженный хвост, из-за чего, конечно же, началась паника, но об этом я более подробно расскажу в другой главе. За этим историческим

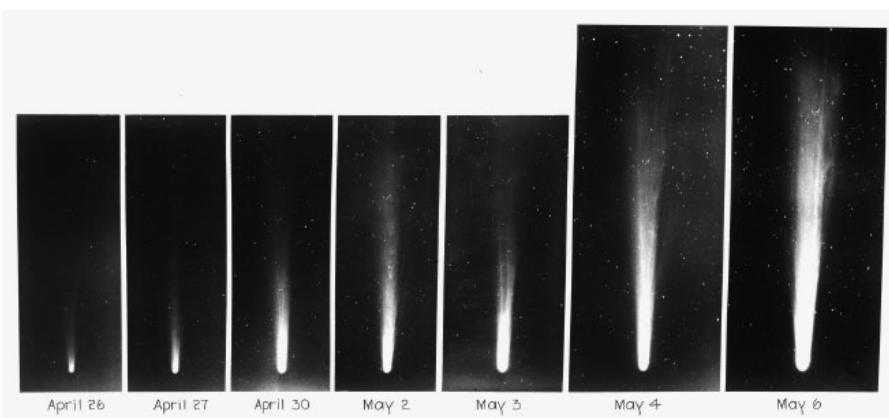
транзитом следили многие обсерватории по всему миру, в том числе и в Москве. Наблюдения проводили Витольд Карлович Цераский и Павел Карлович Штернберг. Они не смогли, как и их зарубежные коллеги, зафиксировать ядро кометы и на основании этого дали верхнюю оценку диаметра ядра – не более двадцати километров, что подтвердилось при следующем пролете кометы в 1986 году.

Комета Донати

В ходе сближения кометы Галлея с Землей в 1910 году было получено свыше полутысячи фотоснимков и около сотни спектрограмм. В ее хвосте были обнаружены смертельно опасные

для человека циан (C_2N_2) и угарный газ (CO). Конечно, вещество в хвосте кометы настолько разрежено, что оно не могло нанести вреда нашей планете и ее населению. Накопленные научные данные позволили немецкому астроному и физику Карлу Шварцшильду и химику Ричарду Крону в 1911 году понять механизм свечения кометных молекул, а советскому астроному Сергею Владимировичу Орлову, внесшему большой вклад в исследования комет, создать теорию формирования и эволюции кометных голов.

В 1930-х годах советский астроном и известный исследователь комет Сергей Константинович Всехсвятский, автор фундаментального научного труда «Физические характеристики комет», пытается развить гипотезу французского математика и астронома Жозефа-Луи Лагранжа, предложенную им еще в 1812 году, говорящую о том, что кометы – это выбросы вещества с поверхности планет и спутников. Но это был ошибочный путь. В начале 1940-х годов советский ученый Отто Юльевич Шмидт предлагает новую концепцию формирования планетных систем – из протопланетного диска путем аккумуляции (объединения) малых тел. Эта теория впервые объяснила деление планет Солнечной системы по массе и химическому составу, а позже была дополнена теорией гравитационной аккреции вещества.



Комета Галлея в 1910 году

Начало 1950-х годов выдалось революционным в области изучения комет. В 1950 году американский астроном Фред Лоуренс Уиппл[46] в серии статей предлагает общепринятую теперь концепцию строения кометных ядер: они состоят из смеси льдов (замороженных летучих веществ) и тугоплавкого каменистого метеоритного вещества. Данная теория «грязного снежка» была подтверждена космическими миссиями, о которых я расскажу совсем скоро, а о теории формирования кометных ядер

мы поговорим уже в следующей главе. В том же переломном для наших знаний о кометах году Ян Оорт предлагает научному миру свое видение основного источника долгопериодических комет, о чем мы уже подробно говорили в первой главе. Спустя год немецкий астроном Людвиг Бирман впервые дает верное объяснение динамики плазменных кометных хвостов, изменения в которых вызваны взаимодействием с потоком заряженных частиц, исходящих от Солнца – с еще не открытым тогда солнечным ветром.

На протяжении столетий кометы наблюдали в видимой области электромагнитного спектра, а во второй половине XX века ученые наконец-то смогли изучать кометы и в других диапазонах длин волн. В 1973 году были предприняты первые попытки зафиксировать радиоизлучение комет. Для этой цели выбрали потенциальную «комету столетия» – C/1973 E1 (Kohoutek)[47], которая, правда, как это часто бывает с косматыми странниками, не оправдала возложенных на нее надежд. Радионаблюдения комет в непрерывном спектре могут дать уникальную информацию о внутренней коме, а оптические и спектральные данные, наоборот, о внешней составляющей головы кометы и ее хвосте. Радиоизлучение впервые наблюдали в декабре 1973 года на волне длиной 1,4 мм и в январе 1974 года на волне 3,71 см. Источником этого излучения считается облако ледяных частичек, находящееся в непосредственной близости от кометного ядра; размер облака оценивается в 850 километров. Но никакого точечного источника зафиксировано не было. Также не удалось получить отраженный сигнал (эхо) от ядра кометы в ходе ее радиолокации с помощью 37-метрового радиотелескопа Хэйстэк (Вестфорд, Массачусетс). Негативный результат в науке тоже важен; в данном случае он позволил сделать верхнюю оценку размера ядра кометы – не более 2,1 километра.

Комета Кохоутека

С другой стороны, беспрецедентные мультиспектральные наблюдения кометы Кохоутека, самой «наблюдаемой» до возвращения кометы Галлея в 1986 году, дали ученым новые знания. Впервые в кометах были обнаружены метилцианид, цианистый водород и кремний, а также наконец-то можно было утверждать, что в их составе присутствует вода. Обобщенный анализ данных показал состоятельность модели «грязного снежка» Уиппла, а идея «песчаной отмели», которую параллельно развивал британский астроном Реймонд Литлтон, представлявший ядро кометы как рыхлые, слабосвязанные между собой скопления частиц пыли с незначительным количеством льда, ушла с научной сцены и была забыта.

Начало 1980-х годов ознаменовалось подготовкой человечества к юбилейному, тридцатому визиту кометы Галлея. И в этот раз ее появление зафиксировали уже не на фотопленку, а на сверхсовременный тип детектора – прибор с зарядовой связью (ПЗС). Переоткрыли комету 16 октября 1982 года американские астрономы Дэвид Джуитт и Эдвард Дэниелсон на цифровых снимках с 5,1-метрового телескопа «Хейл» (Маунт Паломар, Калифорния, США). Пролет 1986 года стал поистине вехой в принципиально новом направлении исследования комет – в непосредственной близости (in situ), из космоса. Да, комета Галлея не стала первым объектом, который наблюдали вне пределов земной атмосферы. Первой стала комета C/1969 T1 (Tago-Sato-Kosaka), которую наблюдала «Орбитальная астрономическая обсерватория 2» (OAO-2): вторая из серии

космических обсерваторий-спутников, позволявших проводить наблюдения в ультрафиолетовой, рентгеновской и гамма-областях электромагнитного излучения, которые не пропускает земная атмосфера. Для изучения Вселенной было необходимо вынести детекторы в космос. Первый спутник OAO-1, запущенный 8 апреля 1966 года, проработал всего три дня, после чего связь с ним была утеряна. А вот второй аппарат, который отправился в космос 7 декабря 1968 года, помог ученым сделать новые потрясающие открытия, в том числе и о кометах.

В 1960-х годах высказывалось предположение, что головы комет могут быть окружены исполинскими облаками водорода, которые можно зафиксировать на волне 121,5 нанометра (α-линия Лаймана), но подтвердить или опровергнуть эту идею можно было лишь с использованием ультрафиолетового телескопа. Ответить на этот вопрос удалось 14 января 1970 года. Область рассеянного свечения обнаруженного водородного облака кометы C/1969 T1 простиралась на 800 тысяч километров. Но эти размеры не идут ни в какое сравнение с водородной атмосферой, обнаруженной у одной из самых ярких комет 1970-х – кометы Беннетта (C/1969 Y1), у которой облако протянулось на 20 миллионов километров, многократно превысив диаметр Солнца! Масса водорода, содержавшаяся в нем, оценивается в несколько миллионов тонн. Появились и первые оценки массы воды, теряемой кометой в ходе пролета внутренней области Солнечной системы – более двухсот миллионов тонн.

12 августа 1978 года в космос отправилась революционная миссия, история которой продлится более тридцати шести лет! International Sun-Earth Explorer-3 («Международный исследователь Солнца и Земли» или ISEE-3) стал первым космическим аппаратом, запущенным в точку Лагранжа L1 системы Солнце—Земля. На первом этапе научными задачами ISEE-3 были изучение солнечного ветра и его взаимодействия с магнитосферой Земли, а также космических лучей. В области L1 аппарат успешно проработал практически три года, что дало ученым-баллистикам бесценный опыт, который позже был использован, в том числе, для управления спутником SOHO – героем следующих глав. 10 июня 1982 года космический аппарат перевели на гомановскую переходную орбиту[48]. После серии нетривиальных гравитационных маневров вблизи Земли и Луны космический аппарат был выведен на гелиоцентрическую орбиту, а сама миссия переименована в International Cometary Explorer (ICE), или «Международный кометный исследователь». 11 сентября 1985 года впервые в истории человечества космический аппарат прошел свозь ионный хвост кометы 21P/Giacobini-Zinner всего

в 7800 километрах от ее ядра. К сожалению, на аппарате отсутствовала камера, так что снимков ядра кометы с близкого расстояния пришлось ждать еще полгода.

Комета Беннетта

23 марта 1983 года на высокоэллиптическую орбиту была выведена советская космическая ультрафиолетовая обсерватория «Астрон». Космический аппарат массой более трех тонн нес на борту 80-сантиметровый телескоп и комплекс рентгеновских спектрографов. Вместо запланированного года работы спутник проработал шесть лет, дождавшись очередного прилета кометы Галлея. В декабре 1985 года по данным, полученным «Астро́ном», советские ученые под руководством будущего директора Института астрономии РАН Александра Алексеевича Боярчука[49] создали более точную и комплексную модель кометной комы. Космическая обсерватория успела пронаблюдать и вспышку сверхновой звезды 1987 года (SN 1987A) в соседней галактике-спутнике Млечного Пути – Большом Магеллановом Облаке.

Политически поляризованный научный мир готовил две независимые научные космические программы по изучению знаменитейшей кометы. В СССР это была программа «СоПроГ» («Советская программа исследований кометы Галлея»), а международная программа называлась The International Halley Watch (IHW). За несколько лет к комете направился целый флот из пяти автоматических межпланетных станций, за которыми

закрепилось неофициальное название «Армада Галлея». От Советского Союза ядро кометы исследовали две космические миссии, «Вега-1» и «Вега-2», переключившиеся на комету после изучения облачной сестры Земли – Венеры. Само название аппаратов никак не было связано со знаменитой звездой, а расшифровывалось как «Венера-Галлея». Первый космический аппарат начал передавать изображения кометы 4 марта 1986 года с расстояния 14 миллионов километров, а уже 6 марта пролетел всего в 8879 километрах от ее ядра. Это были первые в истории человечества изображения сердца кометы – ее ядра, той тайны, что так долго скрывали космические странники под непроницаемым пологом своей газово-пылевой оболочки. Проходя сквозь поток кометных частиц, аппарат уцелел, но мощность его солнечных батарей упала практически вдвое. Спустя три дня, 9 марта 1986 года, «Вега-2» пролетела еще ближе – всего в 8045 километрах. Скорость сближения обоих аппаратов с ядром кометы составляла внушительные 73 километра в секунду; несмотря на это, аппараты успешно передали на Землю семьдесят детальных изображений кометного ядра, а общее число снимков кометы превысило полторы тысячи. Их анализ позволил с высокой, невиданной ранее точностью напрямую измерить размер ядра кометы: $8 \times 8 \times 16$ километров, оценить альбедо, которое составило классические для ядер комет 4 %, зафиксировать динамику выбросов вещества и наличие небольших ударных кратеров на поверхности кометного ядра. Это был безусловный успех! СССР снова был впереди всех в космосе!

8 и 11 марта окрестности кометы посетили два небольших японских зонда-близнеца, построенных на единой платформе, но с разным набором научного оборудования. Первым в 150 тысячах километров от ядра пролетел космический аппарат «Суйсэй» («Комета»). Да, не близко, но его главной задачей были не детальные снимки ядра, а изучение водородной головы кометы с помощью ультрафиолетового детектора, а также солнечного ветра в окрестностях кометы. Второй аппарат, который на самом деле был запущен первым, что отражено в его имени – «Сакигакэ» («Пионер»), поскольку это был первый межпланетный зонд, созданный и запущенный не СССР и США, пролетел мимо головы кометы 11 марта на расстоянии около 7 миллионов километров. Его главной задачей было уточнение орбиты кометы и наведение «Суйсэй» на цель. Помимо этого, «Сакигакэ» изучал космическую плазму и магнитное поле в межпланетном пространстве. Их миссия была успешной, после чего у ученых появились новые планы по изучению кометы Джакобини – Циннера (21P/Giacobini-Zinner), но из-за нехватки топлива на обоих аппаратах от них

пришлось отказаться.

Стоит отметить, что, несмотря на напряженную политическую ситуацию в мире, разделенном на два лагеря, научное сотрудничество все же имело место. К примеру, данные с «Веги-1» и «Веги-2» были использованы для уточнения баллистических расчетов и коррекции орбиты космического аппарата Европейского космического агентства «Джотто»[50], ведь ему предстоял сверхтесный пролет – всего в нескольких сотнях километров над поверхностью ядра кометы Галлея. Свое название космический аппарат получил в честь великого итальянского художника эпохи Возрождения Джотто ди Бондоне, изобразившего на фреске «Поклонение волхвов» именно эту знаменитую комету.

Когда цель была совсем близка и до нее оставалось всего 1200 километров, «Джотто», по-видимому, столкнулся с крупным фрагментом кометы – его камера и часть оборудования вышли из строя, а сам космический аппарат временно потерял управление. 14 марта он пролетел (по баллистическим расчетам) всего в шестистах километрах от ядра, но впереди его ждал визит к другому ледяному страннику. В апреле 1990 года «Джотто» был выведен из состояния гибернации и направлен к комете 26P/Grigg-Skjellerup[51]. Их встреча состоялась 10 июля 1992 года, причем в этот раз отважный космический аппарат пролетел еще ближе к ядру кометы – всего в двухстах километрах от его поверхности! К большому сожалению, у нас нет снимков этого потрясающего события, так как камера «Джотто» была повреждена еще во время пролета ядра кометы Галлея. Но вернемся немного назад…

В конце марта 1986 года, вслед за «Армадой Галлея», наш старый знакомый – «Международный кометный исследователь» прошел сквозь хвост знаменитой кометы на расстоянии около 28 миллионов километров от ее ядра, после чего ICE занялся изучением Солнца. В последний раз связь с ним была успешно установлена в июле 2014 года. Более того, тогда же, впервые с 1987 года, удалось запустить и его двигатели. К сожалению, на эту операцию ушли последние запасы топлива, и 16 сентября того же года связь с аппаратом была окончательно потеряна.

Технический прогресс достиг того, что современные ученые могут наблюдать комету Галлея в любой точке ее орбиты – самые крупные наземные и космические телескопы дают нам такую возможность. Астрономы могут изучать динамику изменения активности кометы в широком диапазоне гелиоцентрических расстояний, по сути, от орбиты Плутона до орбиты Меркурия. Совсем скоро, в декабре 2023 года, комета Галлея пройдет

афелий и снова устремится навстречу Солнцу. Свой очередной перигелий она пройдет 28 июля 2061 года. Интересно, какими техническими новинками ученые встретят ее тогда? Я думаю, что будет предпринята попытка посадки космического аппарата с забором кометного вещества, а возможно, даже организована пилотируемая миссия. Продолжится и детальное картографирование поверхности ядра кометы. Так что мы продолжим двухтысячелетнюю летопись этой космической странницы.

Девяностые годы XX века подарили нам две потрясающие кометы: Хейла – Боппа (C/1995 O1) и Хякутакэ (C/1996 B2). Про них я еще расскажу отдельно, а здесь остановлюсь лишь на новых методах исследования и их кратких результатах. Одним из основных достижений ученых стало наблюдение комет в субмиллиметровом диапазоне волн – длиной от нескольких сотен микрометров до миллиметра. Как я уже говорил, для таких наблюдений с поверхности Земли нам сильно мешает наш планетарный щит – атмосфера. На Земле есть лишь несколько мест, где возможны субмиллиметровые наблюдения. Как только человечество смогло выводить научные приборы в космос, эта проблема начала решаться. Первым космическим субмиллиметровым детектором стал «Бортовой субмиллиметровый телескоп БСТ-1М», размещенный вместе с другими научными приборами на борту советской орбитальной станции «Салют-6», запущенной в космос 29 сентября 1977 года и затопленной спустя пять лет. Ей не повезло – она так и не дождалась подходящей кометы для исследования.

В 1987 году на гавайском вулкане Мауна-Кеа «первый свет» увидел циклопический 15-метровый телескоп «Джеймс Кларк Максвелл» субмиллиметрового диапазона, конструкция которого позволяет наблюдать даже Солнце. Помимо субмиллиметровой, в 1980-х бурно развивалась и инфракрасная астрономия, закрывшая промежуток электромагнитного спектра между видимым и субмиллиметровым диапазонами длин волн. Итак, человечество было во всеоружии, и мультиспектральные наблюдения двух ярких комет в 1996 и 1997 годах позволили сразу открыть более двух десятков химических элементов, входящих в состав кометных голов и хвостов. Эти данные, к примеру, позволили по-другому взглянуть на проблему появления воды на Земле. К новому тысячелетию мы уже много знали о строении и химическом составе газово-пылевых кометных оболочек и красивейших хвостов, и все больший научный интерес вызывало прямое исследование самих кометных ядер, скрытых от посторонних глаз. А, как известно, раз гора не идет к Магомету,

то Магомет идет к горе…

Первой экспериментальной миссией стала Deep Space 1 («Дальний космос 1»), которая должна была протестировать новые научные и технические решения: ионный двигатель, автономную систему навигации, комплекс программного обеспечения, позволяющий самовосстанавливаться после сбоев в работе, миниатюрные научные приборы и системы связи. Зонд был запущен 24 октября 1998 года и в целом показал хорошую работоспособность, за исключением выхода из строя системы ориентации. Когда его основная задача была выполнена, космический аппарат направили на сближение с астероидом (9969) Брайль, пересекающим орбиту Марса (так называемый марс-кроссер) и к короткопериодической комете Борелли (19P/Borrelly), открытой 28 декабря 1904 года французским астрономом Альфонсом Борелли в знаменитой Марсельской обсерватории. 22 сентября 2001 года автоматическая межпланетная станция пролетела всего в 2170 километрах от ядра кометы и, несмотря на технические неполадки, все же смогла передать на Землю ценные научные данные, включая фотоснимки кометного ядра с лучшим на тот момент разрешением. Ученые увидели гигантский гейзер, вырывающийся из-под поверхности кометы на 60 километров. На более близких и детальных снимках стало очевидно, что это не одна, а три струи, бившие из ярких «пятен» на поверхности кометы. Это был несомненный научный успех и шаг вперед.

Менее чем через полгода после запуска Deep Space 1, 7 февраля 1999 года, на встречу с кометой Вильда 2 (81P/Wild), открытой 6 января 1978 года швейцарским астрономом Паулем Вильдом на обсерватории Циммервальда Астрономического института университета Берна (Швейцария), была отправлена новая кометная миссия Stardust («Звездная пыль»). Как видно из названия, ее основной целью был сбор твердых частиц из кометной комы и хвоста. Это был компромиссный, простой и намного более дешевый вариант, давший возможность прямого изучения вещества кометного ядра без необходимости сажать на него космический аппарат, чтобы взять пробы грунта и доставить их на Землю.

«Ловушка» для кометных частичек, похожая на теннисную ракетку диаметром около 40 сантиметров, состояла из 132 сегментов, заполненных специальным веществом – аэрогелем, позволявшим эффективно затормозить частицы и предотвратить их перегрев и расплавление при достаточно низкой, конечно по космическим меркам, относительной скорости сближения и удара – около шести километров в секунду. 2 января 2004 года Stardust

прошел всего в 237 километрах от ядра кометы, параллельно со сбором пыли делая и ее фотоснимки. 15 января 2006 года капсула с образцами кометного вещества благополучно вернулась на Землю, а дальше начался долгий и сложный процесс исследования содержимого «ловушки». Для этого была создана Stardust@Home – коллективная распределенная система исследования миллионов снимков микросрезов аэрогеля, полученных с помощью микроскопа. На этих снимках обычные люди искали как сами частицы, так и следы их торможения (треки). Я тоже принимал в этом участие и даже нашел несколько проплавленных треков в аэрогеле. Данные объединялись, и к ученым поступала статистическая информация, на каких снимках, скорее всего, присутствует что-то по-настоящему интересное. Результатом этой совместной работы стало обнаружение трех десятков частичек, среди которых был и образец межзвездной пыли. Классификация проводилась по длине трека торможения, а значит, по скорости частицы и по направлению ее движения. Заметил частицу межзвездной пыли Брюс Хадсон из Канады в 2010 году, и она даже получила собственное имя – «Орион». В финальном пресс-релизе, выпущенном после завершения работы Stardust@Home в 2014 году, говорилось уже об обнаружении семи подобных частиц.

Миссия Stardust была успешной, но на этом она не завершилась. На борту космического аппарата оставались значительные запасы топлива, и было решено задействовать его в новой научной программе – New Exploration of Tempel 1 («Новое исследование Темпель 1»). Но сначала мне нужно рассказать о другой космической миссии, которая продлила жизнь зонда Stardust на долгие пять лет.

Когда ученые все еще ждали прибытия на Землю капсулы с кометным веществом, с мыса Канаверал стартовала новая межпланетная космическая станция Deep Impact («Глубокое воздействие»). 12 января 2005 года ракета-носитель «Дельта-2» унесла в космос шестисоткилограммовый аппарат, большую часть массы которого составлял кинетический ударник. Это была не просто 372-килограммовая болванка, а, по сути, еще один космический аппарат. У него имелись свои маневровые двигатели, бортовая вычислительная система и оптическая система навигации с телескопом диаметром 120 мм, дающим предельное разрешение изображения в 20 сантиметров на пиксель с расстояния в 20 километров. Сама «ударная» часть – 113 килограммов медных пластин, служила для образования заметного кратера на поверхности, который в будущем надеялись

зафиксировать фотографически.

3 июля 2005 года в 6 часов утра по всемирному времени кинетический ударник отделился от космического аппарата, который начал выполнять торможение и маневр уклонения, чтобы пройти мимо ядра кометы на безопасном расстоянии. А ударник двигался к цели на протяжении практически суток, совершив несколько корректирующих маневров за пару часов до столкновения. 4 июля в 5 часов 52 минуты по всемирному времени, в День независимости США, космический снаряд на скорости 10,2 километра в секунду врезался в ядро кометы, вызвав энерговыделение, сопоставимое со взрывом 4,8 тонн тротила. Ученые на Земле узнали о том, что миссия успешно завершена, лишь спустя пять долгих и мучительных минут. Интересный факт: любой желающий мог отправить свое имя, которое было записано на мини-CD-диск, прикрепленный к ударнику. Мое имя, как и 625 тысяч других имен, тоже есть на этом диске.

Конечно, за столкновением следило большое число наземных и космических телескопов, включая космическую обсерваторию Swift. Анализ полученных данных показал, что в результате удара в космос было выброшено более пяти тысяч тонн воды и от десяти до двадцати пяти тысяч тонн пыли и твердых частиц кометного ядра. Интересен и состав этого материала. Были обнаружены минералы, способные формироваться лишь при температурах свыше 1100 кельвинов (827 °C), и летучие вещества, стабильные лишь при температуре ниже 100 кельвинов (–173 °C), а значит, ядро кометы состоит из веществ, которые образовались в разных областях Солнечной системы и, возможно, даже в разные эпохи ее эволюции. Эксперимент подтвердил предположение о том, что ядра комет обладают очень пористой структурой. Исходя из анализа данных, более трех четвертей внутреннего объема кометного ядра занимают полости, содержащие летучее вещество. Можно сказать, что кометы являются «космическими цистернами» с замерзшим газом, в том числе и ядовитым. А вот сам кратер, к большому сожалению ученых, обнаружить так и не удалось. Всему виной тот выброс вещества и пыль, которая была поднята ударом. Deep Impact улетел, и нужен был новый аппарат, который позволил бы зафиксировать последствия космического столкновения.

Момент столкновения кинетического ударника КА Deep Impact с ядром кометы Темпеля

И здесь на сцену вновь выходит космический аппарат Stardust, движущийся по гелиоцентрической орбите и обладающий достаточными запасами топлива. 2 июля 2007 года миссию переименовывают в NExT (New Exploration of Tempel 1, «Новое исследование Темпеля 1») и переводят на орбиту сближения с «торпедированной» кометой. 15 февраля 2011 года зонд пролетает всего в 182 километрах от ее ядра и получает 72 снимка, которые ученые ждали на протяжении без малого шести лет. Данные принимает сеть Дальней космической связи, и астрономы берут их в обработку. В тот же день они выступают с заявлением, что кратер от удара обнаружен! Его размер

оценивается в 100–150 метров при глубине порядка 30 метров. Таким образом, долгая миссия «ловца кометной пыли» успешно завершилась. 24 марта 2011 года на борт аппарата Stardust, находящегося в 312 миллионах километров от Земли, была передана команда на выполнение последнего запуска двигателя для полного сжигания того мизерного количества топлива, что еще находилось в его баках и которого не хватило бы на выполнение новых научных задач. После чего, не имея возможности поддерживать ориентацию антенны на Землю, космический аппарат замолчал навсегда.

После успешного выполнения миссии Deep Impact в очередной раз было принято решение использовать частично работоспособный аппарат для других научных задач. Вернуться к своей первой цели и отснять результаты столкновения он не мог из-за огромных затрат топлива, ведь нужно иметь в виду, что движение в космосе происходит совсем не так, как мы ездим по дорогам на автомобилях – невозможно резко развернуться и поехать назад или в сторону. В июле 2005 года команда космического аппарата выбрала новую цель – короткопериодическую комету Боэтин (85D/Boethin)[52], сближающуюся с Землей. Для этого зонду необходимо было совершить гравитационный маневр вблизи Земли в декабре 2007 года, чтобы уже в следующем декабре пролететь всего в 700 километрах от ядра кометы. По традиции меняется и название миссии, теперь это EPOXI (Extrasolar Planet Observation and Deep Impact Extended Investigation, или «Наблюдение экзопланет и расширенное исследование миссии Deep Impact»). Да, название может сбить с толку. На самом деле дальнейшая научная программа была симбиозом двух предложенных научных задач по наблюдению и исследованию экзопланет из космоса (EPOCh) и сближению и изучению новых комет (DIXI).

Время «Икс» приближалось, но астрономы никак не могли отыскать свою цель: комета Боэтин не была видна с марта 1986 года, хотя ученые с высокой точностью знали ее орбиту, ведь наблюдательная дуга составляла 11 лет и комета наблюдалась уже в двух появлениях. В итоге ученым-баллистикам пришлось быстро искать новую цель, и за месяц до назначенного гравитационного маневра ею становится короткопериодическая комета Хартли (103P/Hartley). Такое решение было вынужденным и предполагало увеличение времени полета к комете до двух лет, с двумя гравитационными маневрами вместо одного. В итоге 4 ноября 2010 года космический аппарат успешно достиг своей цели, пролетел на расстоянии 700 километров от ядра кометы и передал на Землю потрясающие фотографии, на которых

отчетливо видны величественные плюмажи выбросов от сублимации реликтовой углекислоты (CO_2), образовавшейся еще на заре формирования нашей Солнечной системы. В 2012 году на своем пути к околоземному астероиду (163249) 2002 GT, которого он должен был достичь в начале 2020 года, зонд с большого расстояния провел наблюдения долгопериодической кометы C/2009 P1 (Garradd). К сожалению, намеченным планам не суждено было сбыться из-за потери связи в середине августа 2013 года, а 20 сентября того же года миссия была официально признана потерянной.

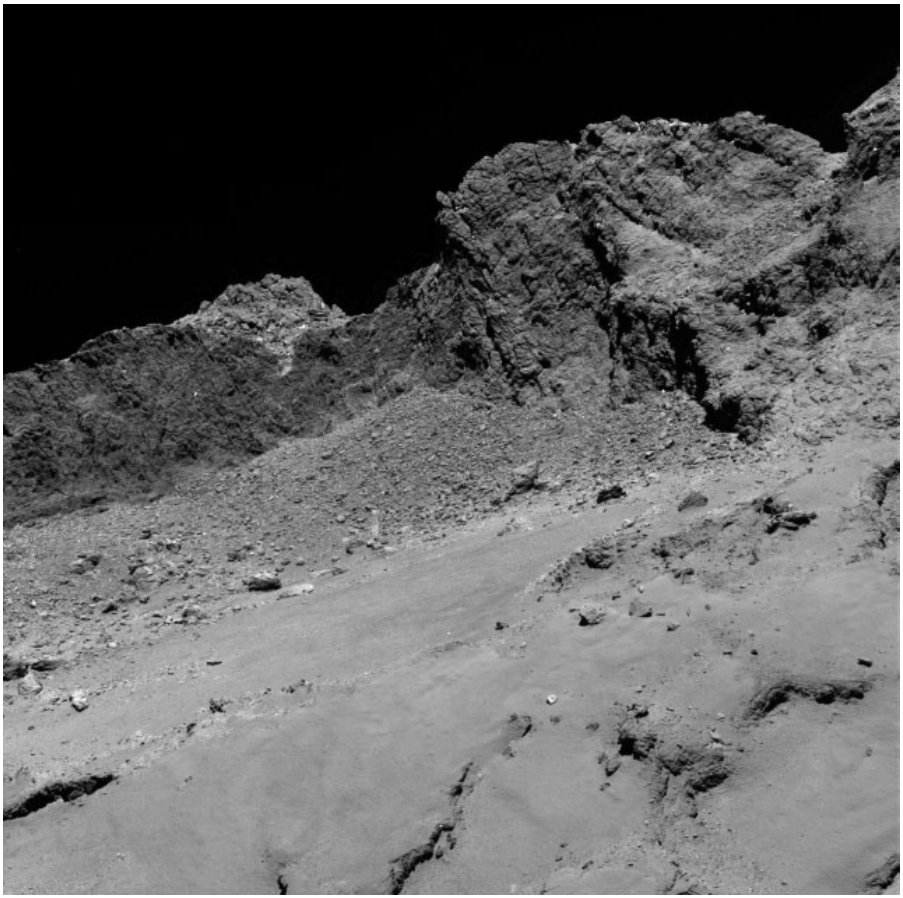
Ученые уже получили подробные сведения о внешнем виде и строении кометных ядер, проникнув своими космическими аппаратами за занавес кометной комы – но оставалась еще одна пока не решенная задача – посадка на поверхность кометы и прямое изучение ее грунта. Опыт уже был – в 2001 году автоматическая межпланетная станция NEAR Shoemaker произвела успешную мягкую посадку на поверхность околоземного астероида Эрос, а в 2005 году японский космический аппарат Hayabusa («Сапсан») совершил несколько попыток забора частичек грунта с околоземного астероида (25143) Итокава. Миссию преследовали постоянные технические проблемы, перипетии которых выходят за рамки этой книги, но в итоге, впервые в истории человечества, спускаемая капсула доставила астероидный грунт на Землю в 2010 году. Всего было собрано менее одного грамма вещества, но и его анализ дал новые научные результаты. Причем это вещество стало одним из самых дорогих на Земле, ведь его грамм стоил более 112 миллионов долларов США (стоимость космической миссии).

Работа над новым амбициозным «кометным» проектом в Европейском космическом агентстве (ЕКА) началась после успешного изучения кометы Галлея в ходе ее пролета 1986 года. Пять космических аппаратов получили множество научных данных, но все же они не ответили на вопрос о химическом составе ядра. В 1992 году пришло понимание, что задуманную миссию с доставкой образцов грунта на Землю из-за ограниченности бюджета ЕКА в одиночку не выполнить. Решение работать вместе было логичным. СССР распался, а его преемнику – Российской Федерации было явно не до этого, так что можно было не торопиться. В итоге новая космическая миссия была разделена с NASA, которое взялось за программу Comet Rendezvous Asteroid Flyby (CRAF, «Сближение с кометой и пролет астероида»). В ходе выполнения программы, как ясно из ее названия, предполагался близкий пролет одного из астероидов и сближение с кометой с выходом на орбиту вокруг ее ядра, а ЕКА

занялось посадкой, взятием грунта и доставкой его на Землю – программа Comet Nucleus Sample Return (CNSR, «Возвращение образца ядра кометы»). Но в 1993 году как гром среди ясного неба прозвучало заявление NASA о выходе из программы из-за секвестирования бюджета, и европейцы вновь остались одни…

Они принимают решение упростить план будущей миссии: сблизиться с одним астероидом, после чего, впервые в истории, выйти на орбиту вокруг ядра кометы, но не доставлять грунт на Землю, а совершить мягкую посадку спускаемого аппарата на поверхность кометного ядра для его анализа на месте. Сам космический аппарат планировалось столкнуть с кометой – некий аналог миссии Deep Impact. Новая исследовательская программа получает имя Rosetta («Розетта»), в честь Розеттского камня, позволившего Жан-Франсуа Шампольону расшифровать древнеегипетские иероглифы. Небольшой спускаемый аппарат тоже получил собственное имя – Philae («Филы»), в честь острова на Ниле, на котором был найден древний обелиск с иероглифической надписью, также сыгравший большую роль в изучении наследия Древнего Египта.

Первоначальный план миссии предполагал сближение и исследование короткопериодической кометы Виртанена (46P/Wirtanen), открытой 7 января 1948 года американским астрономом Карлом Виртаненом в Ликской обсерватории (Калифорния, США), а старт был запланирован на 12 января 2003 года. В декабре 2002 года, когда все уже было готово, при запуске другого спутника произошел отказ двигателей ракеты-носителя «Ариан-5», аналогичной той, которая через несколько недель должна была выводить «Розетту» в космос. После обсуждений было решено не рисковать дорогостоящим космическим аппаратом, на который ушло не только много денег, но и времени. Старт отложили на год, а значит, необходимо было менять план всей миссии, поскольку полет к комете Виртанена уже стал невозможен из-за ее неудобного расположения. Исходя из баллистических расчетов и оптимизации полетной программы, новый выбор пал на комету Чурюмова – Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko), открытую 20 сентября 1969 года советскими астрономами Климом Ивановичем Чурюмовым и Светланой Ивановной Герасименко на обсерватории «Каменское плато» (Алма-Ата, СССР, ныне Казахстан). Я лично познакомился с Климом Ивановичем летом 2014 года на конференции «Asteroids, Comets and Meteors 2014», проходящей в Хельсинки, когда до кульминации миссии оставались считаные месяцы и, безусловно, комета Чурюмова – Герасименко стала самой обсуждаемой темой симпозиума.



На поверхности кометы Чурюмова – Герасименко

Автоматическая межпланетная станция «Розетта» отправилась в космос 2 марта 2004 года – впереди ее ждал долгий путь длиной более десяти лет: три гравитационных маневра – два вблизи Земли и один у Марса, пролет астероида (2867) Штейнс в 2008 году, встреча с астероидом (21) Лютеция в 2010 году и прибытие к самой комете в первой половине 2014 года. В 2007-м произошел курьезный случай – «Розетту», сближавшуюся во второй раз с Землей, обнаружил телескоп обзора «Каталина», и ее приняли за новый околоземной астероид. Это открытие было подтверждено, и новому объекту даже успели присвоить астероидное обозначение 2007 VN84. Спустя двое суток российский ученый и популяризатор науки Денис Денисенко первым предположил, что новый объект есть не что иное, как выполняющая гравитационный маневр «Розетта». Но вернемся в 2014 год…

В августе космический аппарат сблизился с кометой и начал

выход на орбиту вокруг своей цели. К 10 сентября этот процесс был успешно завершен – «Розетта» обращалась вокруг кометного ядра на удалении около 30 километров. Ученые начали выбирать место посадки и уточнять баллистические расчеты для спускаемого аппарата. 12 ноября «Филы» отделился от «Розетты» и медленно, со скоростью порядка одного метра в секунду – медленнее пешехода, отправился к своей terra incognita. Спуск или, точнее, сближение заняло семь часов, и вот небольшой аппарат наконец-то коснулся древней тверди космического тела. В этот момент, чтобы зафиксировать спускаемый аппарат на поверхности ядра, когда первая космическая скорость для него составляла всего один метр в секунду, должен был сработать прижимной двигатель. Трем бурам, размещенным в посадочных опорах, необходимо было углубиться в тело кометы, а помимо этого, для уверенной фиксации на поверхности, предусматривался выстрел двух гарпунов на двухметровых тросах. Все было продумано до мелочей, многократно тестировалось и перепроверялось на Земле. Но в самый важный момент все пошло не так. Прижимной двигатель не сработал, гарпуны не выстрелили… «Филы» два раза отскочил от поверхности и через два часа после первого контакта замер в тени огромной отвесной скалы, а значит, его солнечные батареи не вырабатывали энергию. Запаса аккумуляторов хватило на двое суток работы всех десяти научных приборов, в том числе на получение потрясающих снимков с поверхности космического странника – настоящего реликта Солнечной системы, и передачу полученных данных на «Розетту», которая, выступая в качестве ретранслятора, отправляла их на Землю.

Летом 2015 года «Филы» снова вышел на связь – свою роль сыграло изменение ориентации ядра кометы относительно Солнца и расстояние до источника энергии (комета прошла перигелий 13 августа 2015 года), но менее чем через месяц связь вновь была потеряна и теперь уже навсегда. 2 сентября 2016 года на кадрах высокого разрешения, полученных с борта «Розетты», которая продолжала свою научную программу на орбите вокруг ядра кометы, в том числе по картографированию поверхности, был обнаружен метровый корпус «Филы». Выяснилось, что спускаемый аппарат не только попал в трещину, но и лежит на боку.

К концу сентября все поставленные перед «Розеттой» научные задачи были успешно выполнены, а комета удалялась от Солнца в темноту дальнего космоса, где космический аппарат с солнечными батареями не может выжить. У команды ученых появилась идея ввести аппарат в спящий режим и попытаться

связаться с ним через шесть лет, когда комета Чурюмова – Герасименко в очередной раз приблизится к перигелию, но были большие сомнения, что «Розетта» сможет перенести экстремальные условия дальнего космоса. В итоге было принято решение следовать первоначальному плану и отправить космическую станцию в последний полет – к ядру исследуемой кометы. 30 сентября 2016 года двигатели «Розетты» выдали импульс, и космический аппарат, разогнавшись до трех метров в секунду, пошел на сближение. Вплоть до самого удара о поверхность станция передавала снимки и научные данные о кометных гейзерах, вырывающихся из ядра. «Розетта» купалась в них, а они, как сирены, манили ее к себе…

Миссия «Розетты» и «Филы» до сих пор является вершиной научной программы по изучению комет. Она собрала огромный массив данных, которые все еще анализируются и применяются в новых статьях, моделях и теориях. Впервые у кометы было открыто магнитное поле, но «Филы» не смог обнаружить его непосредственно на поверхности кометы. Из этого ученые сделали вывод, что магнитное поле генерируется не ядром, а потоками солнечного ветра, обтекающими его. Было точно установлено, что вода, содержащаяся в комете, совсем не похожа на воду земных океанов, а значит, эти данные поднимают новые вопросы о появлении воды на юной Земле. Об этом мы еще обязательно поговорим. «Розетта» и «Филы» получили наиболее детальные и, безусловно, самые потрясающие снимки кометного ядра. Теперь мы знаем о нем пусть не все, но уже многое. Человечество прошло длинный путь понимания природы комет – от небесного огня до снимков с поверхности кометы. Оно смогло дотянуться, пусть пока манипуляторами роботов, до других космических миров. И это заслуживает уважения!

III. Природа комет

Я рассказал о долгом тысячелетнем пути, который человечество прошло прежде, чем приблизилось к пониманию природы комет. Что же они такое на самом деле? Именно об этом мы более детально поговорим в этой главе. И начнем с самого загадочного и важного элемента – кометного ядра. О хвостах комет люди знают уже тысячи лет, в то время как об астероидах всего лишь чуть более двухсот[53]. Но комета – это ее ядро, а все остальное – кома и хвост – лишь следствие его активности. По иронии природы человечество увидело ядро кометы лишь недавно. Это произошло в 1986 году, когда флот космических кораблей изучал Великую комету Галлея. За последние десятилетия произошел огромный скачок в изучении этих тел, и я расскажу о том, что мы знаем о них сегодня. Итак, давайте погрузимся в глубь газово-пылевой оболочки, туда, где от посторонних глаз скрыт настоящий реликт Солнечной системы – кометное ядро.

Как я уже писал в предыдущей главе, общее понимание того, чем является крохотное, по сравнению с комой и хвостом, кометное ядро, появилось в начале 1950-х годов. Да, отдельные и в целом верные идеи о том, что собой представляет «сердце» кометы, возникали и ранее. В 1927 году французский астроном Фернан Бальде и его американский коллега Эрл Слайфер[54], изучая комету 7P/Pons-Winnecke, высказали предположение, что ее ядро – совсем небольшой, диаметром в две-три мили, монолитный объект. Напомню, что в то время активно продвигалась теория «песчаной горы» или «отмели», описывающей кометное ядро как облако или рой гравитационно связанных между собой мелких частиц, содержащих адсорбированные газы[55], а та активность, что мы наблюдаем у комет, является не чем иным, как обратным процессом – десорбцией, то есть их высвобождением в окружающее пространство.

Схематичное строение комет

В военном 1943 году молодой советский астроном Борис Юльевич Левин высказал идею, что кометные ядра по физико-химической природе похожи на метеоритное вещество и отличаются лишь своими размерами и количеством сорбированных (поглощенных) газов. Следующий шаг вперед в 1948 году сделал советский астроном Сергей Константинович Всехсвятский, первым предположивший, что кометные ядра могут содержать лед, а наблюдаемая активность связана не с десорбцией поглощенных газов, а с их сублимацией (превращением твердого тела непосредственно в газ) при приближении к Солнцу. Он был близок к разгадке тайны, но, к сожалению, не стал развивать свою идею. Год спустя Левин в своей научно-популярной статье, опубликованной в журнале «Природа», также пишет о возможном присутствии льдов в составе кометных ядер, и снова это высказывание остается без должного научного развития.

И только Фред Лоуренс Уиппл объединил воедино летавшие в воздухе идеи. Добавив к ним свои революционные мысли, в 1950 году он выдвинул концепцию «грязного снежка», объяснявшую многие особенности наблюдаемого поведения комет. И хотя Уиппл обошел вопрос процентного соотношения

метеоритного вещества и льдов, но все же он был уверен, что это каменистые тела с вкраплениями льдов, а не наоборот. Так что устоявшееся «название» модели не совсем верно, скорее это «камни, облепленные снегом». Да, его модель была достаточно проста: она не рассматривала подповерхностную структуру ядра, но главное, что она кардинально отличалась от «горы песка» или «ядра-роя». Все дальнейшие исследования лишь дополняли ее. Стоит отметить, что именно Уиппл первым предположил, что в Солнечной системе есть «дремлющие» (dormant) кометы – тела, которые полностью исчерпали свои запасы летучих веществ, по крайней мере на поверхности, и мы наблюдаем их как обычные астероиды. Первым кандидатом в такие объекты стал странный астероид на кометной орбите – (944) Идальго, обнаруженный в 1920 году немецким астрономом Вальтером Бааде. Сейчас он считается и первым из открытых кентавров, о которых мы уже говорили в первой главе.

В 1971 году бельгийский астроном Арман Дельсемм развил модель сублимации водяного льда и других летучих веществ, содержащихся в кометном ядре. На базе этой теории американский астроном британского происхождения Брайан Марсден[56], о котором я еще не раз упомяну на страницах этой книги, в 1973 году создал фундаментальную теорию негравитационных возмущений в движении комет, вызванных их активностью, по сути – реактивными силами. В 1986 году космические аппараты «Вега-1», «Вега-2» и «Giotto» («Джотто») получили первые в истории снимки ядра кометы, которые окончательно подтвердили правильность модели Уиппла.

Теперь мы знаем, что представляет собой кометное ядро, но как оно образовалось? На этот счет, как принято у ученых, есть несколько мнений (моделей). Первым, в 1985 году, свою теорию «пушистой совокупности» (fluffy-aggregate) опубликовал американский астроном Бертрам Донн, а спустя год он развил эту идею в совместной статье с британским коллегой Дэвидом Хьюзом. Ученые представили модель образования кометного ядра как совокупности небольших ледяных планетезималей, к объединению которых привели хаотичные низкоэнергетические столкновения (столкновения с малой относительной скоростью). Поэтому кометные ядра должны выглядеть как очень пористые тела неправильной формы. Напомню, что это предположение было высказано еще до появления первых снимков кометного ядра.

В этом же году другой американский астроном – Пол Вайсман – опубликовал модель «первобытной груды щебня» (primordial rubble pile), которая в целом подтверждала концепцию

коллег, но имела и существенное отличие. Вайсман отметил, что гравитационное сжатие ядра кометы диаметром около 5 километров не сможет обеспечить повышения температуры внутри более чем на один градус, а значит, ледяные глыбы, составляющие ядро, не «сплавлены» воедино, но соприкасаются, составляя, хоть и хрупкое, связанное слабыми гравитационными силами, но все же единое целое. Слово «первобытный» применено здесь не случайно и не только для усиления литературного эффекта. Этим прилагательным Вайсман хотел подчеркнуть, что считает кометные ядра конгломератом первозданного вещества протопланетного диска, из которого были сформированы планеты и малые тела Солнечной системы. Он считал, что кометные ядра не могут формироваться из осколков ранее разрушившихся ледяных планетезималей. Теперь мы знаем, что это было ошибкой. В наши дни столкновительная эволюция считается одним из важнейших механизмов формирования различных тел Солнечной системы.

Уже после получения снимков ядра кометы Галлея венгерский астроном Тамас Гомбоси и его коллега Гарри Хупис предложили свою модель «ледяного клея» (icy-glue). По их мнению, ядра комет представляют собой крупные пористые объекты, схожие по своим параметрам с астероидами внешней области Главного пояса и скрепленные, можно сказать сцементированные, между собой льдом в единый конгломерат. Эта модель неплохо объясняла природу джетов вещества, бьющих из светлых областей между двух крупных «каменных» глыб. Она объясняла и некоторые особенности, впервые замеченные учеными на снимках с космических аппаратов. Но все же эта модель не получила широкой поддержки в научной среде. К примеру, высказывались мнения, что раз ядро кометы скрепляет лишь лед, то мы должны наблюдать распавшиеся фрагменты старых комет, которые исчерпали запасы связующего вещества, что должно было привести к неминуемому распаду некогда единого объекта на компактный рой «астероидов». В 1993 году ученые обнаружили разорванную приливными силами Юпитера комету Шумейкеров – Леви 9 (D/1993 F2). Анализ данных о ней, базирующийся, в том числе, на работах видного советского астронома Олега Васильевича Добровольского, показал, что строение ядра этой кометы ближе к двум первым моделям, а прочность ядра на растяжение меньше, чем у свежевыпавшего снега.

Исходя из представлений о процессе формирования комет, можно предположить, что это очень пористые тела с малой объемной плотностью. Оценка значения плотности занимала умы

ученых несколько десятилетий. Проблема в том, что ядро кометы – это, как правило, компактный и маломассивный объект, который не оказывает существенного гравитационного воздействия на окружающие его тела, даже на пролетающий мимо космический аппарат. К тому же, для вычисления плотности помимо массы нужно знать объем, то есть размеры аппроксимирующего эллипсоида по двум его осям, а точные данные об этом можно получить, лишь наблюдая ядро in situ, то есть непосредственно на месте событий.

Неужели нет никаких методов дистанционного определения размеров кометного ядра? Есть, даже два. Первый – радиолокация. К сожалению, данный метод сильно ограничен в дальности. На сегодняшний день астрономам удалось зафиксировать уверенный отраженный радиосигнал лишь от двух кометных ядер в момент их максимального сближения с Землей. В 1983 году это было успешно проделано с ядром кометы C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock), которая прошла всего в 4,5 миллиона километров от Земли, и в 1996 году ядро кометы Хякутакэ (C/1996 B2) удалось успешно пролоцировать в течение пары дней с рекордного расстояния в 15 миллионов километров!

Еще одним методом определения размеров ядер комет служит наблюдение покрытий ими звезд. Если ядро кометы закрывает собой звезду, то, наблюдая это явление в различных обсерваториях, можно получить оценку размеров проекции кометного ядра на небесную сферу. К сожалению, этот метод намного хуже применим к кометным ядрам, чем к астероидам, в отношении которых он демонстрирует хорошие результаты. Все дело, как вы, наверное, уже догадались, в плотной газово-пылевой оболочке, особенно внутренней коме, которая имеет заметную оптическую толщину, то есть, скорее всего, воспринимается как непрозрачная часть самого ядра, безусловно им не являясь. Поэтому нет ничего лучше, чем наблюдение ядра вблизи непосредственно с помощью камер космического аппарата.

Так что же можно сказать о плотности кометных ядер? Не буду перечислять десятки оценок их средней объемной плотности (не плотности отдельных твердых частиц, составляющих ядро, а общей плотности ядра с учетом подповерхностных пустот), опубликованных за последние 40 лет. Скажу лишь, что они колеблются от 0,1 до 1,2 грамма на кубический сантиметр (напомню, что средняя плотность пресной воды равна 0,998 г/см ^{3}). Анализ распада кометы D/1993 F2 (Shoemaker-Levy 9) дает более узкую оценку средней объемной плотности в 0,5–0,6 г/см ^{3}, что близко к значению, которое используют астрономы в современных научных статьях: обычно это 0,6 г/см ^{3}. Как видим,

если поместить ядро кометы в исполинский бассейн, то оно будет плавать на поверхности воды.

Еще один трудноопределимый параметр ядра – его отражательная способность, альбедо. Это важный показатель: на его основе можно оценить физический размер ядра по его фотометрическим наблюдениям (измерению видимого блеска), по которым вычисляется абсолютная звездная величина кометного ядра. И вновь проблема в том, что для определения этого параметра дистанционно нужно измерять неактивное ядро – пока его даже слабая разреженная кома не станет вносить искажения в измерения. Как будет сказано дальше, кометы могут быть слабоактивны даже на достаточно больших гелиоцентрических расстояниях, а значит, подобное влияние нужно учитывать. В целом можно утверждать, что все кометные ядра очень темные, то есть слабо отражают свет. Как же так, ведь мы знаем, что на их поверхности должны быть залежи льда? Да, но нужно иметь в виду, что этот лед погребен под толстым слоем пыли, а частично открытые участки занимают лишь малую долю площади. Самым «темным» кометным ядром на данный момент считается ядро кометы 9P/Borrelly – его геометрическое альбедо составляет всего 0,029, то есть его поверхность в среднем отражает лишь 2,9 % падающего на него света – меньше, чем у самого темного асфальта, и в 10–20 раз меньше, чем у водяного льда. Среднее значение альбедо поверхности ядер по выборке из нескольких десятков хорошо изученных комет считается равным 0,04, то есть 4 %.

В целом мы уже хорошо представляем себе, чем физически является кометное ядро. Пора переходить к вопросу о его химическом составе: из чего состоят его льды и что за летучие вещества заполняют его бесчисленные полости. И с этим, как вы понимаете, тоже возникли проблемы. Вроде бы все просто – получить спектр и расшифровать его. Впервые спектр кометы был получен еще в далеком 1864 году итальянским астрономом Джованни Баттиста Донати, о чем я уже рассказывал в предыдущей главе. Но этот спектр содержал лишь «подпись» самого Солнца, свет которого попросту отражался от атмосферы головы кометы, и три широкие эмиссионные линии, то есть линии излучения вещества самой комы. И это оказался самый распространенный элемент кометных атмосфер – молекула диуглерода C_2. Позже эти линии назовут полосами Свана, по имени шотландского ученого Уильяма Свана, занимавшегося исследованиями спектра углерода.

Лишь к 30-м годам XX века ученым стало понятно, что излучающие в видимом спектре молекулы кометных голов и

хвостов являются «вторичными» элементами. Это лишь «осколки» тех первичных молекул, которые составляют кометное ядро. Одним из первых разгадать эту загадку решился немецкий ученый Карл Вурм, изучавший молекулы звездных и кометных атмосфер. В 1948 году бельгийский астроном Пол Свингс опубликовал две работы, в которых указал, что ядро кометы Энке может содержать многоатомные молекулярные льды, а их диссоциация (распад) рождает свободные радикалы, те самые «обломки» первичных элементов, которые ученые наблюдают в оптическом излучении. Опираясь на эти выводы, в 1950 году Фред Уиппл публикует свою классическую статью, представляя в ней модель химического строения кометных ядер, в основном состоящих из водяного льда, но также содержащих небольшое количество льдов из метана, аммиака и других веществ. Уиппл и Свингс совместно предположили, что многоатомные молекулы, хранящиеся в ядре, могут иметь межзвездное происхождение, а значит, эти знания могут играть большую роль в понимании процесса формирования как нашей, так и других планетных систем.

С этого момента началась самая настоящая охота на новые свободные радикалы, которые должны были подсказать разгадку ребуса – на какие первичные молекулы в составе ядра они могут указывать. К примеру, обнаружение возбужденного атома кислорода O (^{1}D) может говорить о фотодиссоциации, то есть, химической реакции распада воды, угарного и углекислого газов непосредственно на поверхности ядра кометы под действием солнечного света. Обнаружение гидроксидов (OH) также косвенно говорит о присутствии воды (водяного льда). Именно фотодиссоциация молекул диуглерода и дициана придает кометам тот самый прекрасный изумрудный цвет. И все же наличие определенных «маркеров» не может однозначно указывать на наличие той или иной молекулы в составе кометного ядра. Анализ этих данных – сложный процесс, где кусочки химической мозаики рассматриваются в комплексе, позволяя сделать достоверные выводы. За прошедшие десятилетия к первичным молекулам кометных ядер, кроме классических метана CH_4, аммиака NH_2, воды H_2O, углекислого газа CO_2 и циана C_2N_2, предложенных Уипплом, были добавлены ацетилен C_2H_2, окись и закись азота (NO, N_2O), синильная кислота HCN и прочие молекулы – на данный момент их известно намного больше. «Кухня» кометного ядра достаточно разнообразна, помимо сильнейших ядов (для человека), в ней могут содержаться и взрывчатые вещества, такие как азобензол и триазоуксусная кислота.

Как вы видите, задача дистанционного изучения состава ядра сложная и неоднозначная. Все ученые соглашались с тем, что для полного понимания химии кометных ядер нужно изучать их напрямую, и впервые это удалось сделать, как я уже рассказывал, в 1986 году, когда «Армада Галлея» передала на Землю неоценимые научные данные, в том числе и о химическом составе выбросов с поверхности кометы. По данным космического аппарата «Джотто», в их составе содержится 80 % воды, 10 % окиси углерода, 2,5 % смеси метана и аммиака, а также немного других углеводородов, железа и натрия. На поверхности ядра были обнаружены два вида пыли: одна с преобладающим содержанием углерода, водорода, азота и кислорода, и другая, в состав которой в большей степени входили кальций, железо, магний, кремний и натрий.

Спустя 28 лет на поверхность кометы Чурюмова – Герасименко сел спускаемый аппарат «Филы», открыв тем самым новую эру в исследовании кометных ядер. Миссия «Розетта» и «Филы» дали новые знания, опровергли или подтвердили построенные учеными теории. Оказалось, что около 80 % объема кометного ядра составляют пустоты, а исходя из движения «Розетты» на орбите вокруг ядра кометы, ученым с достаточно высокой точностью удалось рассчитать его массу – 10 миллиардов тонн. Средняя объемная плотность ядра составила 0,4 г/см ^{3}, что даже меньше принятого значения. Было измерено и соотношение тяжелой и обычной воды. Выяснилось, что оно в 3,5 раза выше, чем среднее значение для воды земных океанов. Помимо богатых залежей водяного льда был обнаружен иней, образующийся при быстрой конденсации паров воды на теневой стороне ядра в результате его вращения. Спускаемому аппарату, несмотря на все его злоключения, все же удалось установить, что толщина поверхностного пылевого слоя составляет 20–25 см, а скрывающийся под ней первозданный древний водяной лед имеет очень низкую прочность на сжатие, менее 12 Па, то есть, он мягче свежевыпавшего снега. Помимо этого открытия, «Филы» нашел на поверхности ядра кометы следы полутора десятков органических молекул, четыре из которых были обнаружены в составе комет впервые.

Собрав все полученные с таким трудом знания о кометных ядрах, мы можем с достаточной степенью достоверности ответить на один из главных вопросов: так что же представляет собой «сердце» кометы? Ученые прошли долгий путь от «роя песка» Литтлтона, «грязного снежка» Уиппла, через «ледяной комок грязи» к пониманию того, что кометы – это конгломерат каменных тел с вкраплениями льда. Астрономы пока точно не

определились с соотношением минералов и льдов. Предлагаются оценки от трех к одному до шести к одному и даже выше. А малая средняя плотность ядра связана с тем, что большую часть его внутреннего объема занимают полости, заполненные летучими веществами при сублимации льдов, главным из которых является водяной лед – его содержание в среднем составляет от 80 до 90 %. Именно поэтому кометы резко увеличивают свою активность при прохождении снеговой линии водяного льда, которая в Солнечной системе лежит в пределах от 2,7 до 3,1 астрономической единицы от Солнца. На этой границе температура водяного льда достигает 140–170 кельвинов, и он начинает сублимироваться. Активность льдов из углекислого газа и метана начинается значительно дальше от Солнца, при более низкой температуре, а лед из угарного газа может начать «закипать» уже при пересечении орбиты Нептуна. Если комета богата именно таким льдом, она будет достаточно активна даже на больших гелиоцентрических расстояниях.

Итак, именно космические миссии дали главный толчок к развитию наших знаний о загадочных кометных ядрах, вечно скрытых под непроницаемой вуалью газа и пыли, составляющей кометную кому или, как ее еще называют – голову кометы, которую мы и видим, рассматривая далекого странника Солнечной системы в телескоп. По сравнению со скромной величиной ядер, эти образования могут достигать поистине исполинских размеров. К примеру, диаметр головы кометы Хейла – Боппа превышал 2 миллиона километров! И конечно, динамика и эволюция этих гигантских структур неразрывно связана как с активностью и вращением самого ядра, в особенности для ее внутренней части, так и с активностью Солнца, поток ионизированных частиц которого совместно с давлением солнечного света «сдувает» часть вещества, образуя разные по своей природе протяженные хвосты – наверное, главный визуальный элемент комет. Но к ним мы вернемся позже, а сейчас пришло время рассказать о коме.

Хотя, как я уже говорил, кометные газово-пылевые оболочки могут превосходить по своим размерам Юпитер и даже само Солнце, они очень разрежены. Их химический состав известен с XIX века: углекислый и угарный газы, аммиак, метан, метанол и циан, причем преобладание одного из этих веществ влияет на цвет кометы. К примеру, избыток смертельного для нас угарного газа придает комете красивый и достаточно редкий сине-голубой оттенок, а не менее опасный циан – бирюзовый. Из-за подобного состава кометных атмосфер у землян нередко случались панические атаки, но об этом я еще расскажу в свое время.

Кому принято разделять на внутреннюю и внешнюю, конечно, без какой-то четкой границы. Известный советский астроном Леонид Маркович Шульман[57], занимавшийся исследованием комет, предложил деление общей кометной атмосферы на несколько зон: пристеночный слой, околоядерную область, переходную область и область свободномолекулярного разлета частиц в космическое пространство. Не у всех комет должна наблюдаться описанная структура, и я думаю, что в рамках моего ознакомительного рассказа мы упростим строение кометных голов. Внутренняя кома плотнее; именно она скрывает в себе ядро. На снимках хорошо различим яркий однородный «шарик», который астрономы также называют псевдоядром. Он в меньшей степени подвержен влиянию Солнца, и его форма (морфология) является неким индикатором того, что происходит с невидимым нам сердцем кометы – ее ядром. Разделение или «вытягивание» псевдоядра может быть прямым следствием фрагментации самого кометного ядра, причем такие наблюдения не редкость и к ним мы еще вернемся. Приобретение внутренней комой формы капли с хорошо различимым узким хвостом – признак того, что ядро кометы разрушилось или находится в процессе разрушения. Никогда не забуду, как смотрел на снимки своей первой кометы C/2010 X1 (Elenin), которая в один момент потеряла блеск, а ее псевдоядро начало трансформироваться, вытягиваясь с образованием узкого шлейфа «обломков». И да, когда производят фотометрические наблюдения комет, то различают две оценки блеска, выделяя их индексами: «T» (общий блеск всей головы кометы) и «N» – блеск «ядра», а точнее, того самого псевдоядра. Именно во внутренней коме, которую еще называют молекулярной или фотохимической комой, как раз и происходят все процессы, связанные с химическими реакциями, распадом и ионизацией молекул.

Внешняя кома намного более разрежена: сквозь нее на снимках можно наблюдать далекие звезды фона. По сути, она и есть то самое «наблюдаемое ничто», ведь ее средняя плотность в тысячу раз меньше плотности молекул в лабораторном вакууме, создаваемом в земных условиях. В ее составе преобладают свободные радикалы – частицы, содержащие один или несколько неспаренных электронов (одну орбиталь атома занимает не электронная пара, а один электрон). В коме кометы в основном присутствуют свободные радикалы OH, CN, CH, NH. Они химически очень активны и, обладая высокой реакционной способностью, охотно вступают во взаимодействие. Именно эта кома, которую также называют видимой или комой радикалов, служит поставщиком вещества, которое при усилении солнечного

ветра и светового давления, вызванного уменьшением гелиоцентрического расстояния, а проще говоря – приближением кометы к Солнцу, образует хвост или несколько хвостов кометы. Геометрия внешней комы нередко изменяется под напором неистового Солнца, принимая вытянутую или каплеобразную форму. Это никак не связано с тем, как себя «чувствует» само ядро, хотя и тут есть исключения, о которых я расскажу, когда речь зайдет о типичных структурах, наблюдающихся в газово-пылевых оболочках комет.

В конце XX века несколько групп ученых, в том числе группа под руководством американского астронома Майкла А'Херна, попробовала классифицировать кометы по их химическому составу. В ходе этой работы была изучена почти сотня комет и обнаружены некоторые различия. Оказалось, что короткопериодические кометы семейства Юпитера обеднены молекулами углеродной цепи. В их составе преобладают цианиды (обычно в соотношении используется цианорадикал CN относительно двухатомной частицы углерода (диуглерода C_2). Ученые сходятся во мнении, что подобные тела являются первоначальными и древнейшими объектами Солнечной системы.

И хотя, обобщая, я всегда пишу «газово-пылевые», ученые четко разделяют собственно газовую и пылевую комы. Да, они, безусловно, переплетены и взаимодействуют между собой, но их свойства различны. Газовая кома лучше описывается законами гидродинамики, а на ее «течение» влияет не только воздействие солнечного ветра, но и возмущения при перемешивании с «пылинками» различного размера, а также тот факт, что ледяные частички сами могут высвобождать молекулы воды. Этот процесс очень сложен для расчетов и лишь в последние десятилетия вычислительная техника позволила создавать такие модели. Ну и конечно, во внешних слоях газовой атмосферы главенствующую роль играет Солнце, причем, кроме образования хорошо видимых хвостов, ультрафиолетовое излучение нашей звезды продуцирует и еще более циклопические структуры – водородные оболочки комет, об истории открытия которых я рассказал в предыдущей главе. В 1986 году космический аппарат «Джотто» зафиксировал ионы водорода на расстоянии 7,8 миллиона километров от ядра кометы Галлея; при том, что диаметр Солнца составляет 1,39 миллиона километров. А спустя десять лет космический аппарат SOHO обнаружит, что радиус водородного гало кометы Хейла – Боппа превышает среднее расстояние от Земли до Солнца!

Но вернемся к коме. Исследуя ее неоднородности, можно морфологически описать несколько характерных структур. К

примеру, «джеты» (jets) – часто встречающиеся структуры выбросов газа и пыли, которые впервые были замечены с помощью ультрафиолетового спектрофотометра советского космического аппарата «Вега-2». Среди них выделяются долгоживущие спиральные джеты, которые могут простираться на 60 тысяч километров. Эти вихри обладали диаметром более трех тысяч километров и существовали более недели! Они наблюдались как у кометы Галлея в 1986 году, так и в марте-апреле 1997 года у кометы Хейла – Боппа. Непосредственно вблизи ядра, на расстоянии нескольких тысяч километров, могут быть видны ассиметричные «оболочки» (shells), или «кольца», возникновение которых до конца не понятно. Скорее всего, они связаны с динамикой и возмущением более плотной внутренней («околоядерной») пылевой комы. У кометы Хякутакэ, которая в марте 1996 года пролетела на расстоянии всего 0,1 астрономической единицы от Земли, отчетливо наблюдались галосы, или «арки» (arcs). Эти находящиеся за ядром (относительно направления на нашу звезду) образования, выгнутые в противоположную от Солнца сторону, судя по текущим численным моделям, возникают из-за скачков плотности сверхзвуковых выбросов газа из ядра, подобно «кольцам» в форсажной струе реактивного двигателя. Безусловно внутренние структуры кометной комы тесно связаны с активностью и вращением самого ядра. Моделированию этих сложных процессов посвящены немало научных статей, описание которых не входит в рамки этой книги. Но отдельно я все же хочу упомянуть структуру, говорящую о том, что с ядром кометы что-то происходит.

И обычно это «что-то» говорит о начавшемся необратимом процессе его распада. Тогда на снимках, особенно после применения специального алгоритма обработки – фильтра Ларсона – Секанины, названного в честь придумавших его исследователей комет Стивена Ларсона[58] и Зденека Секанины[59], перед внешней границей комы, направленной к Солнцу, становятся отчетливо видны «крылья» (wings) – ударные волны, скорее всего, вызванные столкновением солнечного ветра с высокоскоростным единовременным выбросом большого количества газа и пыли из разрушившегося ядра. При этом внешняя кома принимает форму «зонтика». Гибель ядра подтверждается также изменением морфологии внутренней комы: она постепенно вытягивается и в некоторых случаях может принимать каплевидную форму с длинным, хорошо различимым «жалом», образованным тяжелыми пылевыми частицами разрушившегося ядра кометы, которые не могут быть быстро

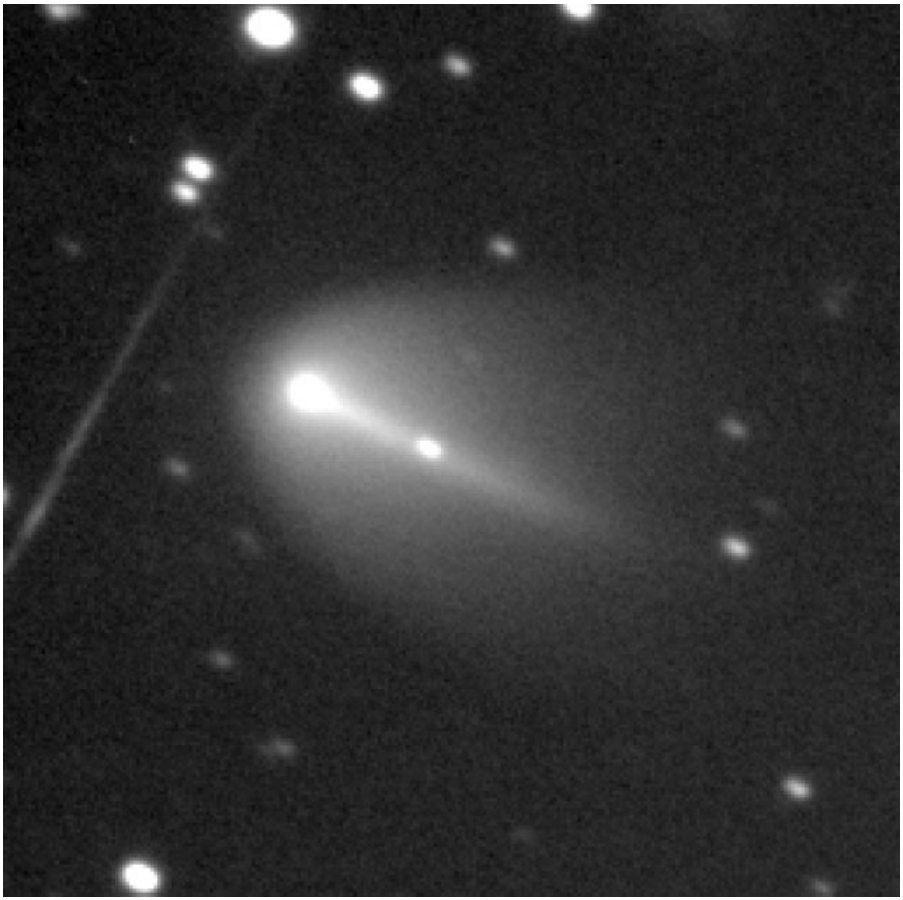
выброшены вовне давлением солнечного света. Подобный сценарий наблюдался у многих распавшихся комет, к примеру в точности «как по учебнику» происходил распад короткопериодической кометы P/2010 V1 (Ikea-Murakami), который я наблюдал в ноябре 2010 года.

А в завершение рассказа о природе комет мы поговорим о самой, наверное, красивой их составляющей – длинных и прекрасных хвостах. Они практически всегда направлены в противоположную от Солнца сторону и подразделяются на несколько типов. Эту классификацию еще в XIX веке предложил выдающийся русский ученый Федор Александрович Бредихин[60]. Он разделил все хвосты на три типа: I – ионный или газовый, II и III – пылевые, но состоящие из разных по размеру пылинок. В XX веке его идеи развил русский, а позже советский астроном Сергей Владимирович Орлов. Он вполне логично свел число типов хвостов к двум, классифицируя их по физическому процессу образования. Давайте поподробнее коснемся этого вопроса.

К первому типу, как и у Бредихина, относятся хвосты, состоящие из ионизированного солнечным ультрафиолетовым излучением газа из положительно заряженных ионов и свободных электронов. Солнечный ветер на огромных скоростях «сдувает» этот материал с головы кометы, и образуется протяженный, нередко превышающий в длину 100 миллионов километров хвост, который всегда, как космический флюгер, направлен в противоположную от Солнца сторону. Чтобы описать наблюдательные данные, Орлов вводит два подтипа: I_0 – так называемые лучистые хвосты, у которых прямолинейные лучи точно симметричны относительно оси хвоста. В подобных структурах ускорение вещества максимально и скорость частиц может превышать тысячу километров в секунду. К общему подтипу I относятся иррегулярные хвосты, ось симметрии которых обычно немного смещена в противоположную от направления движения кометы сторону (во внешнюю сторону относительно орбиты кометы). Именно в подобных хвостах наблюдаются различные структуры, похожие на струи, изломы, вызванные неоднородностью потоков солнечного ветра, и сконденсированные облачные образования, состоящие из плазмы, которые могут двигаться со скоростью свыше двух тысяч километров в секунду!

Ко второму типу хвостов относятся оба бредихинских «пылевых» типа, снова разделенных на два подтипа. II_0 – это хвосты, сильно изогнутые в противоположную от направления движения кометы сторону. В подобных хвостах часто можно

различить хорошо заметные поперечные «полоски», называемые синхронами. Это следы синхронного, отсюда и название, выброса пыли в одном направлении и с примерно равной скоростью. Хорошим примером служит широкий «полосатый» веерообразный хвост кометы Макнота (C/2006 P1), или Великой кометы 2007 года. К подтипу II относятся широкие и относительно прямые пылевые хвосты, практически не отклоненные от орбиты кометы и содержащие в себе «массивные» частицы пыли размером в десятки и даже сотни микрометров. Разница в поведении двух типов пылевых хвостов заключается, как вы уже, наверное, догадались, в размере и массе самих пылинок. Эти частицы практически не испытывают влияния солнечного ветра, который формирует газовый хвост, а подвержены воздействию лишь давления солнечного света и гравитации Солнца. Малые частицы легко уносятся световым давлением, хотя их ускорение в тысячу раз меньше, чем у вещества в ионных хвостах. Тяжелые частицы менее интенсивно «выдуваются» давлением света, и они остаются на пути полета кометы, образуя кометные пылевые следы. Когда Земля проходит через такие «запыленные» кометные тропинки, мы наблюдаем на небе метеорные потоки. К примеру, весенний метеорный поток Эта-Аквариды или, как его еще называют, Майские Аквариды, а также осенние Ориониды связаны с прохождением Землей пылевого следа кометы Галлея.



Комета P/2010 V1 (Ikea-Murakami)

Зарисовки различных форм кометных хвостов

К отдельному и довольно редкому классу относятся истинные антихвосты, которые, в отличие от своих «правильных» собратьев, направлены в сторону Солнца. В этом случае в противоборстве сил побеждает гравитация. Подобные хвосты состоят исключительно из крупных пылинок размером от сотен микрометров до нескольких миллиметров. Давление солнечного

света на такие частицы намного слабее силы притяжения Солнца, и поэтому они не улетают от него, а наоборот, стремятся к нему. К примеру, именно таков хвост у кометы Кохоутека (C/1973 E1). Первыми ее аномальный хвост обнаружили астронавты космической станции «Скайлэб», причем они не прерывали своих наблюдений даже при выходе в открытый космос. Антихвост этой кометы наблюдался на протяжении более чем двух месяцев, четко, как компас, указывая точное направление на нашу звезду. На основании своих расчетов Зденек Секанина сделал заключение, что выброс массивных частичек размером в два-три миллиметра произошел примерно за 200 дней до прохождения кометой перигелия (когда и был впервые замечен аномальный хвост), после чего из этого материала сформировалось редкое астрономическое явление – истинный антихвост.

Я не зря написал про «истинные», физические антихвосты, потому как есть и оптические иллюзии, неплохо мимикрирующие под них. Такие «хвосты» – лишь оптический проекционный эффект, хорошо заметный, когда Земля пересекает плоскость орбиты кометы и мы можем видеть тот самый пылевой след, оставленный кометой на своем пути к Солнцу. И, наверное, классическим примером подобной оптической иллюзии можно считать прекрасный «антихвост» кометы Арена – Ролана (C/1956 R1), о которой мы еще поговорим отдельно в предпоследней главе. А на этом я завершаю рассказ о природе комет и перехожу к главе, в которой постараюсь ответить на извечный вопрос человечества.

IV. Кометы, дарящие жизнь и смерть

Кометы – абсолютное зло, стремящееся уничтожить все на своем пути, или добрый дар, способствовавший чуду зарождения жизни на нашей планете? Я приведу факты и обобщения современных научных исследований, а вам самим предстоит решить, кто же они на самом деле. В 2022 году вышла моя первая художественная книга «Предел Бортля», посвященная теме открытия опасной кометы, летящей к Земле. Это фантазия, которой ничего не мешает в одночасье стать страшной реальностью. А здесь я расскажу вам настоящую документальную историю, о которой мало кто знает. Но это было, и об этом нельзя забывать, ведь все описанное ниже может, а точнее – когда-нибудь точно случится вновь, и мы должны быть к этому готовы…

26 апреля 1983 года Джон Дэвис – ученый из Лестерского университета (Лестер, Англия) проверял снимки, полученные космическим инфракрасным телескопом IRAS (InfraRed Astronomical Satellite, «Инфракрасный астрономический спутник»). Помимо основной работы – составления карты неба в инфракрасном диапазоне длин волн, данные с этой космической обсерватории использовались и для поиска малых тел Солнечной системы.

Но на момент описываемых событий, хотя космический аппарат был запущен 25 января и введен в эксплуатацию 9 февраля 1983 года, еще не обнаружилось ни одного тела. Джон внимательно изучал кадры, пока на одном из них не увидел вытянутый туманный объект – как будто кто-то пальцем размазал кляксу. Этот же объект оказался и на снимке, полученном двумя часами позже. Находка быстро двигалась на фоне звезд, а значит, была относительно, конечно в космических масштабах, недалеко от Земли.

Как я говорил, это был первый подобный объект, найденный учеными космической миссии IRAS, и они даже не знали, что нужно делать в подобной ситуации. Дэвис рассказал о своей находке нескольким коллегам, в том числе астрономам из обсерватории Уппсалы (Квистаберг, Швеция), которая входила в оптическую сеть поддержки космической миссии, но ничего не сообщил в Центральное бюро астрономических телеграмм! 27 апреля объект IRAS был подтвержден шведскими астрономами. Причем стало ясно, что это новая комета. На этот раз информацию о находке отправили в ЦБАТ, но без астрометрических позиционных измерений самого объекта. Официального объявления об открытии новой кометы, как и

публикации элементов ее орбиты, все еще не было…

Первомай 1983 года в Москве выдался дождливым и холодным, что, впрочем, не помешало ярко-красному веселому параду. Две колонны демонстрантов, подобно двум руслам людской реки, с плакатами, флагами и шарами, тянулись к Красной площади, огибая Исторический музей. Красочные демонстрации и беззаботные, счастливые отдыхающие заполнили весенний, просыпавшийся от зимней спячки, город. Никто из них не знал, что несколько дней назад ученые обнаружили комету, которая совсем скоро пройдет в опасной близости от Земли. А если бы ее орбита была чуть-чуть иной, то ужасной катастрофы планетарного масштаба уже не удалось бы избежать. Мы разминулись с ней всего на сутки…

2 мая неуловимую комету, по просьбе Бюро, которое уже знало об открытии некой кометы, но все еще не обладало всей полнотой данных, снимают в Паломарской обсерватории. Пока фотопластинки проявляют и готовят для астрометрии, наступает 3 мая, когда ЦБАТ получает срочные телеграммы из Англии и Японии. В каждой говорится, что астроном-любитель обнаружил яркую комету. Становится ясно, что все эти разрозненные данные относятся к открытию одной и той же кометы, получившей в итоге длинное тройное обозначение C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock).

Дженити Араки и Джордж Олкок были школьными учителями, причем Джордж уже вышел на пенсию и много времени уделял своему давнему увлечению – астрономии. Когда меня спрашивают, может ли открыть комету обычный человек, в руках которого есть лишь самые простые инструменты, я всегда вспоминаю и рассказываю именно эту историю. Почему? Все дело в том, что Джордж Олкок открыл свою комету с помощью небольшого любительского бинокля, наблюдая через окно своего дома!

Ничего не зная об открытии профессиональных астрономов, Джордж Олкок, который к тому времени открыл уже четыре кометы и несколько новых звезд[61], привычно обследовал небо со своим старым верным биноклем. Он искал Новую звезду, а нашел свою пятую и самую известную комету. В тот же день эту комету обнаружил и его коллега, школьный учитель из Ниигаты – Дженити Араки, о чем он сообщил известному ученому-астроному Есио Козаи из Токийской обсерватории, который тут же передал сообщение об открытии в ЦБАТ. Позже выяснилось, что комета была видна и на более ранних снимках, от 17 и 20 апреля, полученных другими астрономами, но они обнаружили ее лишь «задним числом», повторно перепроверяя

свои архивные данные уже после сообщений об открытии нового и чрезвычайно опасного странника Солнечной системы.

Итак, комета обнаружена; имея на руках измерения ее положения на небесной сфере, ученые-астрономы приступили к расчетам орбиты. Достаточно быстро выяснилось, что новая комета опасно сблизится с нашей планетой всего через неделю! Хочу еще раз повторить: комета, диаметр ядра которой оценивается более чем в 8 километров, что сопоставимо с ядром кометы Галлея и с объектом, столкнувшимся с нашей планетой 65 миллионов лет назад, через несколько дней пролетит мимо на расстоянии всего в несколько миллионов километров! Пуля буквально просвистела у виска нашей цивилизации, которая, вполне вероятно, не пережила бы удар мощностью порядка 200 миллионов мегатонн или 4 миллиона одновременно взорванных «Царь-бомб»[62]!

6 мая приближающуюся комету стало видно уже невооруженным глазом. На минимальном расстоянии в 4,66 миллиона километров она оказалась 11 мая 1983 года, всего через 15 дней после обнаружения и всего через неделю после официального объявления об открытии и первых расчетов ее орбиты. Этот случай показал, что, если мы не хотим разделить печальную судьбу динозавров (хотя это как посмотреть), нам необходимо научиться заранее обнаруживать подобные угрозы, и не просто обнаруживать, но и эффективно их отражать.

Интересно, но данный случай не получил никакой огласки, и даже сейчас о нем знают немногие. В век интернета и социальных сетей это было бы невозможно, хотя в начале XX века уже был случай, когда приближение кометы вызвало настоящую панику! Об этом я расскажу чуть позже, а сейчас вернемся на три года назад и поговорим об удивительном ученом-физике, Нобелевском лауреате – Луисе Уолтере Альваресе[63].

Луис Альварес был великим и всесторонним ученым. Он принимал участие в «Манхэттенском проекте» по созданию американской атомной бомбы, открывал и изучал новые элементарные частицы, за что в 1968 году был удостоен Нобелевской премии по физике. Кстати, именно он впервые предложил «сканировать» египетскую пирамиду Хефрена при помощи космических лучей, и этот эксперимент был проведен в 1965 году. К сожалению, на тот момент он не дал результатов, но эта идея была реализована уже на современном техническом уровне в проекте Scan Pyramids (2017 г.), когда были открыты неизвестные ранее пустоты внутри пирамиды Хеопса. Но вернемся к теме моего рассказа. В 1980 году Луис Альварес вместе со своим[64] сыном Уолтером, ученым-геологом,

предложили идею, объясняющую мел-палеогеновое вымирание, произошедшее на Земле примерно 66 миллионов лет назад. Это было одно из пяти Великих вымираний, в ходе которого исчезли динозавры, но это вовсе не означает, что динозавры вымерли именно вследствие данной космической катастрофы, хотя она явно не способствовала продолжению их главенства на нашей планете. Итак, какую же теорию предложили Альваресы?

1973 год – в мире бушует топливный кризис, в наибольшей степени ударивший по США. Президент Ричард Никсон призывает граждан к экономии бензина. В 1975 году в целях уменьшения негативного эффекта от возможного повторения дефицита топлива в США создается стратегический нефтяной резерв и интенсифицируется геологоразведка, в том числе и в Карибском бассейне… В 1978 году ученые-геологи случайно открывают на дне Мексиканского залива гигантскую структуру в виде полукольца протяженностью более 70 километров. Дальнейшие исследования показывают, что это лишь часть колоссального кратера, другая часть которого скрыта осадочными породами на полуострове Юкатан (Мексика). Реконструкция кратера поражает – изначально его диаметр превышал 180 километров, а глубина составляла до 20 километров! Анализ полученных данных явственно показывал и древнюю историю происхождения этого исполинского кратера – это был не уснувший супервулкан, а ударный кратер, названный Чиксулуб (или Чикшулуб)[65].

Альваресы свели вместе уже известные данные: примерную датировку мел-палеогенового вымирания, обнаружение в пограничном слое ударного кварца[66] и тектитного стекла[67], а также аномальное содержание иридия[68] в соответствующем геологическом слое. Об этом Альваресы совместно с Фрэнком Асаро и Хелен Митчел в июне 1980 года публикуют статью в журнале Science. Причем многократное превышение концентрации иридия (в десятки раз от нормальных значений!) было зафиксировано не только в Америке, но и в Европе и Новой Зеландии. Сам по себе иридий – очень редкий элемент земной породы, но в сравнительно высоких концентрациях присутствующий в малых телах Солнечной системы. Все это могло указывать на то, что событие, произошедшее 65–66 миллионов лет назад, имело глобальное воздействие на всю планету. Расчеты ученых говорят о том, что объект, столкнувшийся с нашей планетой, имел диаметр около 10 километров, а энергия взрыва составила более 100 миллионов мегатонн в тротиловом эквиваленте (самая мощная из испытанных ядерная бомба была слабее в 2 миллиона раз). За прошедшие годы появилось множество гипотез, пытавшихся

объяснить причины случившейся катастрофы, но гипотеза Альваресов остается преобладающей и официально принятой на сегодняшний день.

С 1980 года по этой теме опубликовано немало научных статей, и исследования кратера Чиксулуб продолжаются. Некоторые находки, возможно, говорят о том, что столкнувшееся с нашей планетой тело было не чем иным, как ядром кометы. Ученые Билл Нэпьер и Дэвид Эшер предполагают, что наибольшую опасность для нашей планеты могут представлять полутора-двухкилометровые динамически новые кометы, впервые прилетающие из облака Оорта. Время упреждения такого события при текущем технологическом развитии человечества – от нескольких недель до нескольких месяцев. А характерная скорость столкновения – умопомрачительные 55 километров в секунду! Сравните оценки частоты подобных событий для объектов километрового размера, сделанные в начале XXI века: периодические кометы семейства Юпитера – один раз в миллион лет, кометы из облака Оорта – более одного раза в двести тысяч лет! Столкновение даже с километровым ядром кометы, которых, по современным оценкам, в облаке Оорта содержится более 500 миллиардов, может привести к взрыву мощностью в миллион мегатонн, что вызовет глобальные долговременные последствия. Частицы пыли, выброшенные в земную атмосферу, закроют от нас Солнце на несколько лет, создав эффект «ударной зимы».

Не о подобных ли событиях говорится в древних легендах и мифах? Солнечная колесница бога Гелиоса, ведомая его сыном Фаэтоном, врезается в Землю, да с такой силой, что возникшие пожары смог потушить лишь сам Зевс? Похожие упоминания можно найти в культурах Ближнего Востока и Китая. На поверхности Земли, несмотря на ее геологическую активность, выветривание и прочие процессы эрозии, насчитывается более двухсот ударных кратеров, и диаметры крупнейших из них превышают несколько сотен километров!

По одной из версий, столкновение с гипотетической кометой в позднем триасе, около 12 900 лет тому назад, могло быть одним из факторов вымирания ряда крупных видов животных, а также исчезновения культуры Кловис[69]. Да, версия «кометной природы» критикуется многими учеными: есть значительные расхождения во временно́м периоде, и эта теория не дает полного объяснения того, что произошло. Почему вымерли одни виды, но остались другие? Но все же тот факт, что подобное столкновение было, подтвержден множеством находок на четырех континентах – микросферы-тектиты, образующиеся при колоссальном давлении и температуре свыше 2200 градусов Цельсия, нано

кристаллы алмазов, фуллерены[70] с запечатанным внутри редкоземельным изотопом гелия (гелий-3), уже упоминавшееся аномальное содержание иридия и платины.

И конечно, все вы слышали про Тунгусский метеорит, разорвавший утреннее небо над сибирской тайгой 30 июня 1908 года. Впрочем, сам метеорит, или объект, упавший на поверхность Земли, так и не был официально найден. Но ученые до сих пор спорят о природе объекта, вошедшего тогда в атмосферу Земли. Это мог быть как метеороид[71], диаметром 50–60 метров, так и ядро небольшой кометы (или его осколок) около 100 метров в поперечнике. Так как Тунгусское событие с большой точностью совпадает с пиком метеорного потока Бета-Тауриды, прародителем которого служит короткопериодическая комета Энке, можно предположить, что оно могло быть вызвано крупным осколком кометного ядра. И хотя у нас нет подтвержденных и признанных данных о находке ударного кратера и самого метеорита, но даже воздушный взрыв такой мощности (от 3 до 15 мегатонн) стер бы с лица Земли крупный мегаполис, случись это не над великой безлюдной тайгой. Еще несколько десятилетий назад считалось, что частота подобных событий составляет одно за 2–3 тысячи лет, но последние исследования показывают, что средний интервал должен быть намного меньше – порядка трехсот лет, более ста из которых уже прошли…

Мозаика постепенно начинает складываться: мы уже знаем, что кометы могут не только опасно сближаться с планетами, но и сталкиваться с ними. И космос не преминул продемонстрировать это в реальном времени. Весной 1993 года астрономическая чета Кэролин и Юджин Шумейкер вместе с канадским астрономом Дэвидом Леви работали в прославленной Паломарской обсерватории. Все они были опытными открывателями новых астероидов и комет, часть которых уже носили их имена. В один из мартовских дней они, как обычно, проверяли отснятые кадры – делали свою рутинную работу, которая приводит к нашумевшим открытиям, но никому не видна. Это путь бессонных месяцев и лет напряженной работы. О том, как ищут и открывают кометы, мы еще обязательно поговорим в следующих главах. А вот отдельно рассказать про семью Шумейкер и их друга Дэвида Леви определенно стоит.

Юджин Шумейкер родился 28 апреля 1928 года в Лос-Анжелесе (Калифорния, США), а его будущая супруга, сооткрыватель комет и астероидов Кэролин Спеллманн появилась на свет годом позже, 24 июня 1929 года, в небольшом городке Гэллап (штат Нью-Мексико, США). Я опущу рассказ о детстве и юношестве обоих супругов, которые познакомились на чужой

свадьбе в 1951 году и достаточно быстро сыграли свою. В 1950 году тридцатидвухлетний Юджин Шумейкер, ученый-геолог, устраивается на работу в Геологическую службу США (USGS). Его первым заданием стал поиск месторождений урана в горах Юты и Колорадо. В то время считалось, что подобные месторождения так необходимого урана часто обнаруживаются в потухших жерлах древних вулканов, и молодой специалист начинает свой поиск с изучения таких объектов. Более чем за полвека до этих событий, в 1891 году, Дэниел Бэрринджер открывает в Северной Аризоне кратер, который сейчас носит его имя, и высказывает мнение, что эта структура появилась не в результате геологических процессов, а при падении космического тела. Его блистательная догадка не была принята научным сообществом, так как против нее выступил главный геолог USGS – Карл Гилберт, который утверждал, что кратер образовался в результате взрывного выброса вулканического пара. И это мнение оставалось общепринятым вплоть до исследований Юджина Шумейкера.

В 1960 году он получает степень доктора философии в Принстонском университете и продолжает изучать процессы формирования ударных кратеров. Шумейкер замечает сходство структуры кратера Бэрринджер с кратерами, образовавшимися в результате недавних ядерных испытаний, а значит, он тоже был сформирован колоссальными давлением и температурой. С этого момента поиск и изучение новых ударных кратеров становятся его основными научными интересами, а сам он – основоположником астрогеологии. В том же 1960 году под его руководством создаются детальные геологические карты Луны, которые затем широко применялись в программе «Аполлон». Он и сам мог стать первым геологом, ступившим на поверхность Луны, но не прошел медицинского отбора из-за хронического заболевания Аддисона. Но все же Шумейкер в каком-то смысле побывает на Луне. Но об этом немного позже.

Итак, он высказывает мнение, что большинство кратеров, наблюдаемых на поверхности космических тел, возникли в результате столкновений, а не древней геологической активности. До этого все астроблемы на Луне считались остатками потухших вулканов, а не шрамами, оставленными космическими коллизиями. Такие столкновения – не исключения из правил, а нормальный эволюционный процесс; они были, есть и будут. В том числе и на Земле…

В 1969 году Юджин переходит на работу в Калифорнийский технологический институт (Caltech), где запускает первую научную программу систематического поиска малых тел

Солнечной системы, сближающихся с Землей. В ходе этой программы впервые выделяются семейства околоземных астероидов, проводятся научные исследования их орбитальной эволюции. Поиск новых тел, опасных для нашей планеты, начинают на 460-миллиметровом широкоугольном телескопе системы Шмидта. Именно на этом телескопе на несколько десятилетий раньше Фриц Цвикки[72] искал внегалактические сверхновые звезды, но теперь телескоп занимался поиском намного более близких и опасных для нашей цивилизации объектов.

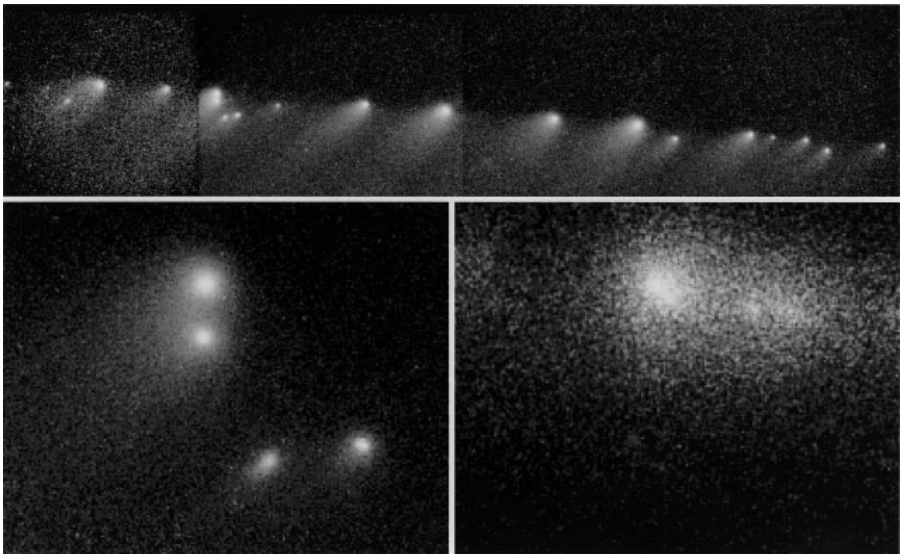
В 1980 году к поиску околоземных астероидов и комет присоединяется Кэролин Шумейкер. Она уже помогала мужу в полевых работах по поиску ударных кратеров, а когда их трое детей выросли, у нее появилось время заняться чем-то новым. И вот в возрасте 51 года Кэролин становится профессиональным охотником за астероидами и кометами. И в этой роли она намного превзойдет своего мужа. Внимательность и усердие в работе за стереоскопическим микроскопом, через который она будет изучать снимки неба в поисках крошечных, едва заметных «крадущихся» точек, принесет ей настоящее научное признание.

Дэвид Леви – канадский астроном-любитель, родился 22 мая 1948 года в Монреале (Квебек, Канада), но большую часть жизни провел в Аризоне (США). С раннего детства он был увлечен астрономией, но когда пришло время получать образование, то он выбрал… литературу. Позже Дэвид успешно совместил эти два направления, став автором 34 книг об астрономии, часть из которых читал и я. Приставка «любитель» говорит лишь о том, что Дэвид не зарабатывал астрономией на жизнь, но не о его опыте и знаниях. Безусловно, он является одним из самых профессиональных охотников за кометами всех времен!

Свою первую комету Леви открыл в ноябре 1984 года в возрасте 36 лет. Комета, впоследствии получившая обозначение C/1984 V1 (Levy-Rudenko), была независимо обнаружена им визуально, вместе с другим американским астрономом-любителем Майклом Руденко. После первого успеха последовали два открытия в 1987 году, которые и повлияли на дальнейшую судьбу Дэвида. В 1988 году он был уже широко известным открывателем комет, и это помогло ему познакомиться с четой Шумейкер, которые немного позже пригласили его в свою команду наблюдателей Паломарской обсерватории. Леви не получал зарплату, но это ему и не было нужно. Он горел астрономией и новыми открытиями и не упустил свой шанс поработать с настоящими астрономами на профессиональном оборудовании.

Первый раз словосочетание «комета Шумейкеров – Леви» прозвучало в 1990 году. После него будет стоять индекс «1», а всего таких индексов короткопериодических комет будет ровно девять. Как раз о последней, девятой комете Шумейкеров – Леви я расскажу далее, ведь именно она показала, что могло бы произойти с Землей. Всего Дэвид Леви участвовал в открытии 23 комет и стал одним из самых успешных охотников за кометами в истории.

Итак, в ночь на 24 марта 1993 года работа у астрономов шла вполне обыденно, пока на паре снимков они не обнаружили непонятный объект. Он был похож на комету, новую комету, которой не было в каталоге, но выглядел очень странно – он имел вытянутое ядро с хорошо различимым хвостом. Подобная вытянутость могла быть следствием быстрого движения кометы относительно наблюдателя, когда за время экспонирования одного кадра объект успевает сместиться на значительное угловое расстояние. Это предположение было отвергнуто после расчета смещения новой кометы между двумя полученными снимками – ее угловая скорость оказалась типичной для комет семейства Юпитера, находящихся за пределами Главного пояса астероидов. Заинтересовал ученых и тот факт, что комета была обнаружена всего в четырех градусах от самого Юпитера. Брайан Марсден выдвинул предположение, что это не случайность, а комета физически находится вблизи самой массивной планеты Солнечной системы. Как это часто бывает, новая комета была обнаружена на снимках любителей астрономии, наблюдавших Юпитер, но не заметивших саму комету; более того, комета была видна и на кадрах, полученных другой командой астрономов, работавших на этом же телескопе неделей ранее. Дополнительные измерения позволили значительно улучшить точность определения орбиты, и стало ясно, что комета, получившая обозначение P/1993 F2 (Shoemaker-Levy 9), не просто расположена вблизи Юпитера, но и находится на йовоцентрической орбите, то есть является естественным спутником планеты-гиганта!



Фрагменты кометы Шумейкеров – Леви 9

Это было потрясающим, но не единственным открытием – новые наблюдения «вытянутой» кометы с помощью крупных телескопов, в том числе и недавно введенного в строй космического телескопа «Хаббл», показали, что «ядро» кометы представляет собой цепочку из двадцати одного фрагмента, с максимальным диаметром каждого до 2 километров.

Расчеты специалистов по небесной механике показали, что менее чем за год до своего открытия, 8 июля 1992 года, комета прошла всего в 15 тысячах километрах от верхнего облачного покрова Юпитера. Событие оказалось роковым для ядра кометы – оно было разорвано мощнейшими приливными силами планеты-гиганта и захвачено его гравитацией. Стал понятен и исход этого космического представления: фрагменты ядра кометы должны были столкнуться с Юпитером, причем совсем скоро – в середине июля 1994 года.

У астрономов была возможность подготовиться, и они не преминули ею воспользоваться. В реальном времени за Юпитером наблюдали тысячи телескопов – с Земли, с околоземной орбиты и даже из глубокого космоса. Таким «телескопом» очень удачно оказалась автоматическая межпланетная станция «Галилео», запущенная еще в 1989 году и ко времени описываемых событий летевшая сквозь Главный пояс астероидов к своей цели – Юпитеру[73]. С расстояния в 240 миллионов километров «Галилео» получила уникальные кадры вхождения обломков кометы Шумейкеров – Леви 9 в плотные слои атмосферы газового гиганта, причем с обратной, невидимой для земного наблюдателя стороны планеты. Наземные телескопы видели лишь следы этой

«бомбардировки», когда планета поворачивалась к нам нужной стороной. И эти следы были грандиозны! С 16 по 22 июля 1994 года было зафиксировано 21 столкновение, самое мощное из которых произошло 18 июля, когда в Юпитер врезался самый крупный обломок «G». Энерговыделение только этого события превысило 6 миллионов мегатонн в тротиловом эквиваленте, а диаметр пятна в верхних слоях атмосферы Юпитера был сопоставим с диаметром нашей планеты. Думаю, не стоит пояснять, что подобный катаклизм, случись он на Земле, мог бы привести к очередному массовому вымиранию. Справедливости ради стоит отметить и тот факт, что Земля намного менее массивный объект, чем Юпитер, и вероятность повторения сценария с захватом ею кометы ничтожна, но это никак не исключает возможности прямого попадания.

А сейчас вернемся, как я и обещал, в начало XX века. На дворе 1910 год и люди ждут возвращения к Земле самой известной из небесных странниц – кометы Галлея. Люди наблюдали ее с античных времен, чему есть документальные подтверждения. К пониманию того, что яркая комета, появляющаяся на нашем небе каждые 76 лет, является одним и тем же объектом, человечество в лице Эдмунда Галлея пришло в начале XVIII века. Спустя два столетия астрономия шагнула далеко вперед. Кометы из объектов, пророчащих небесную кару, превратились в космические тела, населяющие Солнечную систему и отличающиеся от астероидов тем, что в их составе много льда, который активно сублимируется при приближении к Солнцу: так образуется величественный кометный хвост. Знали уже и о том, что в природе существуют вещества, способные отравить человека, хотя к тому времени эти знания еще не были массово опробованы в деле – до трагедии у бельгийского городка Ипр оставалось пять лет…

В ее очередное появление в 1910 году комету Галлея не только впервые запечатлели на фотопластинках, но и благодаря развитию астрономии, физики и аналитической химии в 1908 году провели ее первый спектральный анализ, по которому и определили состав газов комы и хвоста. К большому удивлению среди них оказались ядовитые для человека угарный газ и циан. Все это, вкупе с заявлениями астрономов о том, что Земля пройдет сквозь хвост кометы Галлея 18–19 мая 1910 года, вызвало панику. Ожидался настоящий конец света посредством «удушения» всего живого на нашей планете. Эти слухи активно подогревались шарлатанами, решившими заработать на панических настроениях. В продаже появились «специальные средства», защищающие от воздействия смертоносных газов.

В Техасе успешно продавали маски, защищающие человека от воздействия ядовитых веществ. К тому времени еще не был изобретен противогаз в том виде, в котором мы его знаем сейчас. Он, как и химическое оружие, будет рожден в горниле Первой мировой войны. Общий доход от данной компании неизвестен, но подобные методы эффективны до сих пор. Очередные «концы света» случаются с завидным постоянством и каждый раз с большим энтузиазмом принимаются значительной частью общества. Конечно, от воздействия отравляющих газов никто не пострадал, потому что, как мы говорили ранее, вещество в хвосте кометы чрезвычайно разрежено, а нас, помимо всего прочего, защищает еще и мощная земная атмосфера. Хотя одна, косвенная жертва кометы Галлея все же была – несчастная шестнадцатилетняя девушка Эми Хопкинс упала с крыши, наблюдая комету. Как верно говорил царь Соломон: «Во многой мудрости много печали», ведь Земля далеко не первый раз проходит сквозь кометный хвост. Например, в июне 1861 года наша планета также прошла сквозь хвост кометы Теббутта. Тихо, мирно, без жертв и какой-либо паники.

Так что же, наши предки были правы и кометы есть абсолютное зло, несущее лишь разрушение и смерть? Конечно, это не так. Хотя, бесспорно, человечеству очень бы хотелось избежать повторения событий, подобных тем, что произошли с нашей планетой на мел-палеогеновой границе. С другой стороны, как мы уже знаем, кометы содержат огромное количество органики и воды. Это интригует, если обратиться к теории панспермии – возможного переноса жизни между космическими телами как естественным путем, посредством астероидов и, в большей степени, комет, так и в умышленных целях. В рамках этой книги мы будем говорить только о первом варианте. Возможно ли, что появление первичной воды на нашей планете и последующее зарождение примитивной жизни было связано с кометами?

Основываясь на различных моделях эволюции Солнечной системы, мы можем утверждать, что молодая Земля подвергалась мощнейшим «бомбардировкам» тем строительным материалом, который остался неиспользованным при формировании планет земной группы. Это был первичный материал, некогда составлявший колоссальное межзвездное молекулярное облако, из которого позже появилось все то, что мы видим в современной Солнечной системе. В настоящий момент наши научные представления говорят о том, что вода является неотъемлемой частью возникновения жизни. Водяной лед обнаружен на Луне и Марсе, он есть даже на Меркурии! Залежи подповерхностного

льда найдены на карликовой планете Церера и астероиде Фемида. Вода на Земле покрывает более 70 % поверхности, но откуда ее могло столько взяться? Существуют две основные гипотезы – привнесение воды извне и образование ее в недрах нашей планеты вследствие химических реакций.

С тех самых пор как астрономы обнаружили воду в спектре комет, ведутся дискуссии о том, что именно кометы могли послужить тем «резервуаром», который так обильно оросил нашу планету. Но та ли это вода, похожа ли она по своему химическому составу на воду земных морей и океанов? Что мы вообще знаем о молодой Земле? По представлению современной науки, ранняя Земля была безводным миром. Дальнейшая цепь событий, преобразивших нашу планету, до конца не ясна. Бесспорно, Земля бомбардировалась малыми телами, в меру богатыми залежами водяного льда. Это и астероиды С-класса[74], обращающиеся вокруг Солнца во внешней области Главного пояса астероидов, вблизи границы снеговой линии водяного льда[75], и, конечно же, кометы. Современная оценка возможной величины принесенной ими воды говорит о том, что они не могли быть единственными ее источниками на Земле, хотя и внесли заметный вклад в формирование Мирового океана. Анализ воды на нашей планете и воды, обнаруженной в составе комет, на основании соотношения дейтерия[76] к водороду (D/H соотношение) говорит, что это разная вода. Но есть нюанс – мы не знаем этого соотношения у той, первичной воды молодой Земли. Выдвигалось предположение, что источником воды могли стать кометы семейства Юпитера. Их формирование происходило при более высокой температуре, чем у комет из облака Оорта. Вода, входящая в их состав, по D/H соотношению много ближе к земной воде. Более того, для кометы 103P/Hartley 2 этот показатель практически точно соответствует земному. Научные споры еще продолжаются, разброс оценки величины вклада комет в обретение Землей своего океана варьируется от 10 до 50 %, но более реалистичными оценками можно считать 10–15 %. Помимо комет, вода на Землю могла быть занесена и астероидами, причем, возможно, даже в большей степени. В частности, на раннем этапе в этом могли участвовать и строительные кирпичики Солнечной системы – планетезимали, а позже, помимо широко распространенных астероидов, и достаточно редкие энстатитовые хондриты[77]. Причем, по последним научным данным, содержащаяся в них вода по химическим свойствам может быть намного ближе к земной, чем у большинства комет. Этот вопрос до сих пор открыт, горячо обсуждаем, и его изучение продолжается.

А вот «недостающая» часть воды могла быть выработана на месте самой Землей. Различные химические реакции, в том числе протекающие под экстремальным ультрафиолетовым излучением молодого Солнца, высвобождали воду, и наша планета неуклонно менялась. Современные методы компьютерного моделирования позволили ученым воссоздать параметры условий в недрах Земли, на глубинах от 40 до 400 километров. При температуре 1400 ˚С и давлении в десятки тысяч атмосфер содержащийся в мантии диоксид кремния вступает в химическую реакцию с водородом, что приводит к образованию разных химических веществ, в том числе и воды. Но мало получить воду, важно иметь возможность сохранять ее на поверхности планеты в течение миллиардов лет. И в этом Земле помогло ее магнитное поле. Именно оно сделало нашу планету такой, какой мы видим ее сейчас. Марсу в этом смысле не повезло: он рано лишился магнитного поля и поэтому быстро теряет атмосферу. Без защиты этого «планетарного зонтика» ионизированные частицы солнечного ветра попросту бы сдули всю атмосферу и с нашей планеты, оставив ее поверхность абсолютно беззащитной.

А как обстоят дела с прямым занесением строительного материала будущей жизни кометами? Лабораторное моделирование показывает, что органические молекулы, в частности аминокислоты, выдерживают и колоссальный нагрев в атмосфере, и воздействие взрывной волны. Более того, при экстремальных температурах аминокислоты начинают образовывать похожие на белки соединения. В 2020 году ученые впервые обнаружили внеземной белок в метеорите Acfer 086. А эксперимент, проведенный на МКС, показал, что некоторые виды бактерий могут выживать в открытом космосе длительное время. Так что, по всей видимости, кометы могут быть лучшим переносчиком микроэлементов для развития будущей, и вполне возможно не только простейшей, жизни на различных планетах.

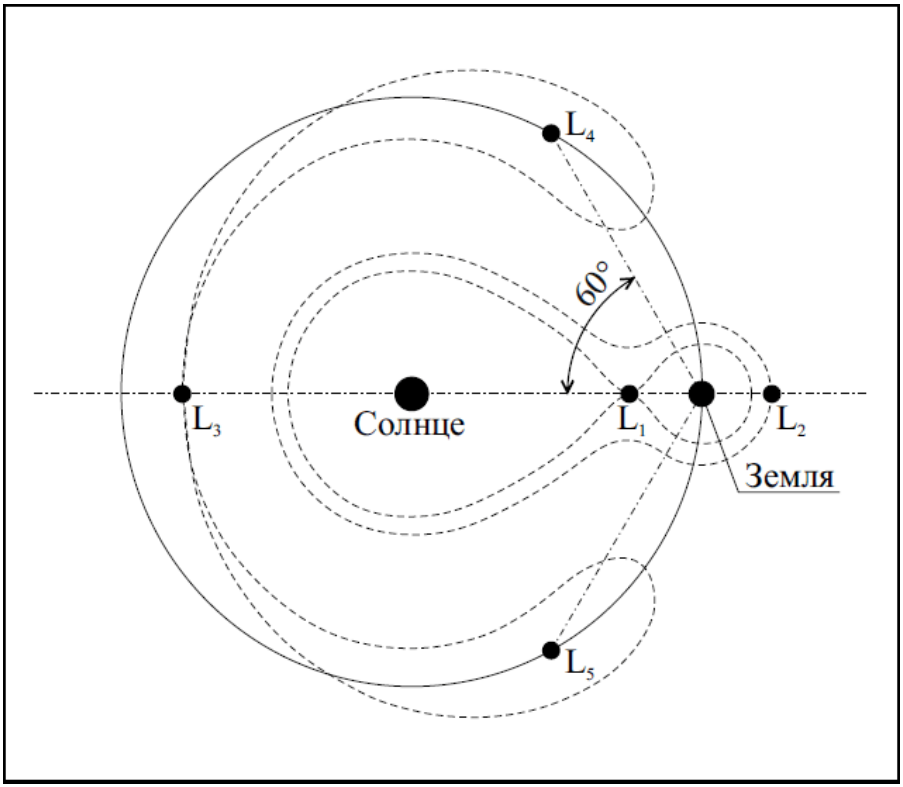
Резюмируя все вышесказанное, можно с большой вероятностью утверждать, что кометы сыграли если не первостепенную роль в обеспечении Земли водой и органическими соединениями, но точно внесли свой значимый вклад, а значит кометы, пусть и косвенно, помогли зарождению жизни на нашей планете. Несут ли они опасность? Да, безусловно. Но являются ли они злом как таковым? Я уверен, что нет, ведь даже катастрофические столкновения при отрешенном взгляде стороннего наблюдателя – лишь естественный процесс эволюции. В ходе мел-палеогенового вымирания исчезло 15–20 % видов и практически все крупные животные, включая динозавров. Освободившиеся экологические ниши были заняты

млекопитающими – и вот, мы с вами читаем эту книгу и с интересом смотрим на окаменевшие останки прежних грозных хозяев Земли. Кометы, как мы теперь знаем, могут не только способствовать появлению жизни, но и менять путь ее эволюции, и вполне вероятно, что в какой-то из далеких звездных систем это происходит прямо сейчас…

V. Лед и пламень

В ночь на 2 декабря 1995 года на мысе Канаверал готовились к старту ракеты-носителя Atlas-2AS. Под ее защитным обтекателем была установлена космическая обсерватория Solar and Heliospheric Observatory, или SOHO, созданная совместно ЕКА и NASA. Менее чем через год этот космический аппарат откроет новую страницу в изучении Солнца и, как это ни странно, комет.

SOHO был отправлен в первую точку Лагранжа (L1), находящуюся на воображаемой линии, соединяющей Землю и Солнце, на расстоянии 1,5 миллиона километров от нашей планеты. Что такое точки Лагранжа или, как их еще называют, точки либрации? На самом деле это вовсе не точки, а огромные области космического пространства, где гравитационное притяжение к двум массивным телам уравновешивается центробежной силой. Таких точек насчитывается ровно пять, математически их открыл в 1772 году французский математик и астроном Жозеф-Луи Лагранж[78]. В то время это открытие было чистой теорией, так как до полетов в космос оставалось еще три века; первый троянский астероид Юпитера – Ахиллес, будет открыт лишь в 1906 году. Как раз астероиды, названные «троянцами», и населяют лагранжевы точки L4 и L5 системы Солнце—Юпитер. Это разреженные облака малых тел Солнечной системы, называемые именами героев Троянской войны. Как и в поэме Гомера, астероиды разделены на два лагеря: в точке L4 расположен Ахейский лагерь, а в точке L5 – троянцы. Сам исполинский Юпитер можно считать неприступными стенами великой гомеровской Трои.



Точки Лагранжа системы Солнце—Земля

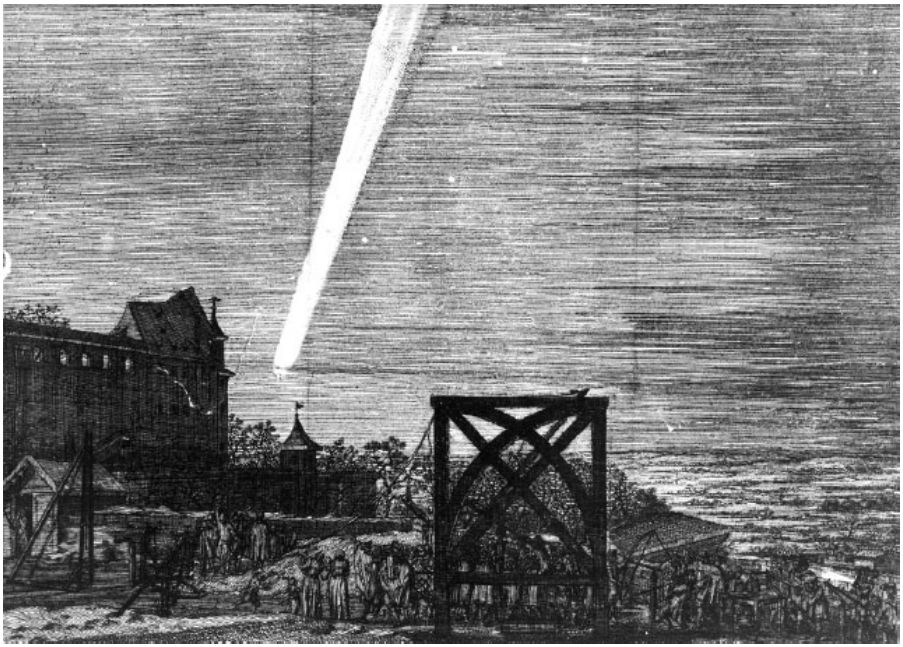
Но вернемся к точкам Лагранжа. Вокруг них есть достаточно обширные области, где достигается гравитационное равновесие. Что это дает космонавтике? Все очень просто – космический аппарат, помещенный в такую область, требует минимальных затрат топлива на поддержание своего положения. Конечно, только на бумаге космический зонд, выведенный в точку Лагранжа, будет «приколот» к ней, как бабочка в альбоме лепидоптерафила[79]. В реальности же космический аппарат будет совершать сложные движения по гало-орбитам, и чтобы он не вышел за пределы области гравитационного равновесия, все равно будет необходимо использовать его главный ресурс – топливо – на кратковременное корректирующее включение двигателей. Впервые такой трюк ученые проделали с космическим аппаратом International Sun/Earth Explorer 3 (ISEE-3), о котором я уже рассказывал ранее.

Итак, 2 декабря 1995 года космическая солнечная обсерватория SOHO взяла курс на точку L1 системы Солнце—Земля и завершила свое путешествие в январе 1996 года. В последующие несколько месяцев, как и положено, космический аппарат готовился к научной работе, проверяя и тестируя все

свои системы. А тестировать было что! На космической солнечной обсерватории были установлены 16 научных приборов, в том числе и широкоугольный спектрометрический коронограф LASCO (Large Angle and Spectrometric Coronagraph). Причем даже не один, а целых три коронографа с различными полями зрения (C1, C2 и C3). Именно этому инструменту и предстояло вписать новую страницу в историю открытия и изучения комет. Конечно, будет несправедливо не отметить еще два инструмента – ультрафиолетовый спектрометр UVCS (Ultraviolet Coronagraph Spectrometer) и особенно измеритель анизотропии солнечного ветра SWAN (Solar Wind Anisotropies). С помощью первого инструмента тоже были проведены наблюдения нескольких комет, а с помощью прибора SWAN открыты новые кометы. Но, поскольку они не относятся к теме этой главы, давайте вернемся к инструменту LASCO.

А что же такое коронограф? Это специальный телескоп, который позволяет наблюдать и изучать внешние слои атмосферы Солнца – солнечную корону, без помощи Луны. При чем здесь Луна, спросите вы? Все дело в том, что в естественных условиях солнечную корону можно наблюдать лишь во время полного солнечного затмения, когда диск Луны закрывает видимый диск Солнца. У коронографа тоже есть специальный диск, который закрывает Солнце и позволяет наблюдать внешние слои атмосферы нашей звезды.

Коронограф C1, обладавший самым малым полем зрения и наблюдавший за внутренней областью от 1,1 до 3 солнечных радиусов, так и не открыл ни одной кометы. 24 июня 1998 года он вышел из строя, и далее мы не будем его упоминать. Совсем другая судьба ждала коронограф C2. Этот телескоп наблюдал среднюю область, лежащую от 2 до 6,4 радиусов Солнца. Третий коронограф обеспечивал наблюдение за внешней областью – от 3,7 до 33 солнечных радиусов. Как мы видим, поля зрения всех трех коронографов перекрываются. Именно второй и третий коронограф помогли ученым открыть новые семейства околосолнечных комет, позже названных скребущими кометами (sungrazing comets) – главных героев этой главы.



Комета Кирха

Научные наблюдения за Солнцем начались в апреле 1996 года, а уже 22 августа 1996 года на снимках с коронографа были обнаружен первый не идентифицированный движущийся объект… Неверным было бы говорить, что астрономы ничего не знали о скребущих кометах до запуска миссии SOHO. Знали, и на тот момент уже были открыты подобные кометы, причем как при наблюдениях с Земли, так и из космоса. Но давайте на время оставим космический аппарат SOHO и совершим небольшой, но увлекательный экскурс в историю…

14 ноября 1680 года немецкий астроном Готфрид Кирх с помощью телескопа открыл новую комету. Кстати, это было первым официальным открытием кометы с помощью телескопа. 30 ноября комета сблизилась с Землей и с возрастающей скоростью продолжила двигаться в сторону Солнца. В первой половине декабря комета Кирха представляла собой потрясающее зрелище – она была настолько ярка, что наблюдалась даже днем. Ее тонкий и длинный хвост протянулся по небу на 70 градусов! Но вот комета вошла в соединение с Солнцем и стала недоступна для наблюдения. Сейчас мы уже знаем, что она пролетела сквозь самое пекло, всего в 200 000 километрах над внешними слоями нашей звезды.

Вскоре, в январе 1681 года, с другой стороны от Солнца обнаружилась еще одна комета. И то, что комета конца 1680 и начала 1681 годов – одно и то же небесное тело, первым

предположил английский астроном Джон Флемстид[80]. Это было настолько революционно для того времени, ведь столпам небесной механики – законам Кеплера, тогда исполнилось всего немногим более полувека, что сам Исаак Ньютон не смог поверить в это предположение. Позже он изменит свое мнение и с помощью другого великого математика и астронома – Эдмунда Галлея – придет к мысли, что и кометы, подобно планетам, движутся по эллиптическим орбитам, но сильно вытянутым (эксцентричным) по сравнению с орбитами планет. А как же астероиды, спросите вы? До открытия первого астероида Цереры итальянским астрономом Джузеппе Пьяцци оставалось еще 120 лет…

В XIX веке были открыты еще несколько околосолнечных комет. Анализируя их орбиты, немецкий астроном Генрих Крейц[81] предположил, что все они взаимосвязаны между собой – это могли быть осколки одной гигантской кометы, распавшейся столетия назад. Все околосолнечные кометы, открытые в XX веке, относились к единственному известному на тот момент семейству скребущих комет – семейству Крейца. Одним из бриллиантов этой коллекции стала ярчайшая комета XX века – комета Икэя – Сэки, о которой я обязательно еще расскажу более подробно. Вблизи своего перигелия, который комета Икэя – Сэки проходила 21 октября 1965 года, она уже была недоступна обычным телескопам, но наблюдалась с помощью наземных коронографов. За полчаса до точки максимального сближения с Солнцем японские астрономы зафиксировали распад ядра кометы на три части. Подобное событие было не внове и уже наблюдалось с другой яркой околосолнечной кометой 1882 года. Таким образом, продолжающаяся фрагментация околосолнечных комет увеличивает их общее количество. Дробясь, кометы-осколки становятся все меньше и их все труднее наблюдать с Земли. За несколько лет до запуска космического аппарата SOHO двадцать комет были открыты двумя другим спутниками, изучающими Солнце. По десять околосолнечных комет обнаружили космические аппараты Solwind и SMM (Sun Maxima Mission). Итак, до начала работы миссии SOHO мы знали о существовании в общей сложности около тридцати околосолнечных комет. А теперь пришло время вновь вернуться в 1996 год, к недавно запущенной космической обсерватории.

В течение двух лет после открытия первой кометы в августе 1996 года командой ученых, работавших с космическим аппаратом SOHO, были открыты еще несколько достаточно ярких скребущих комет. Основные работы, направленные на изучение самого Солнца, шли своим чередом, но мы не будем касаться их в

рамках этой книги. В общей сложности, к 2000 году было открыто более 200 комет. Ученые прекрасно понимали, что они обнаруживают только яркие, а значит, достаточно крупные скребущие кометы, которые попадаются в поле зрения двух коронографов. Но перед исследователями стояли совсем другие научные задачи, и им попросту не хватало времени и ресурсов более внимательно обрабатывать получаемые кадры. И вот в 2003 году был предложен проект по привлечению к анализу получаемых данных энтузиастов, которые хотели бы помочь в поиске новых комет. Это был один из первых распределенных научных проектов, во главе которого встал американский астроном Карл Бэттамс.

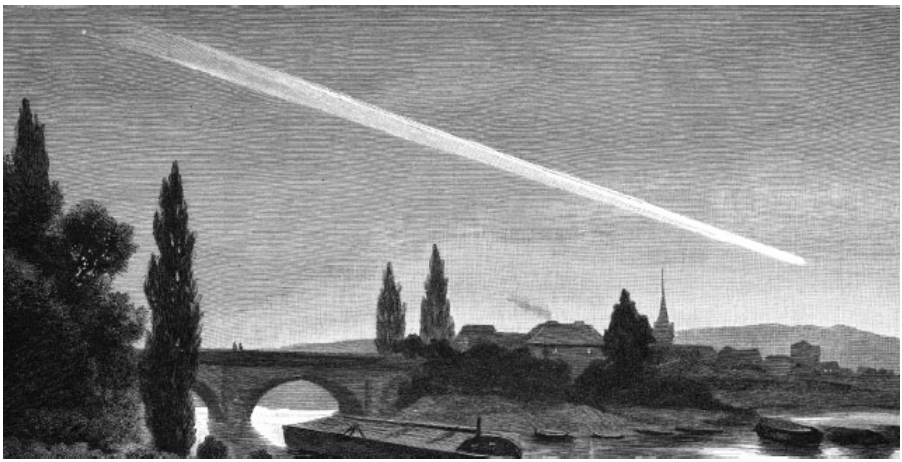
После запуска проекта по коллективному поиску комет на снимках SOHO количество открытий стало неуклонно расти. До 2002 года астрономы знали о существовании только одного семейства околосолнечных комет – Крейца, причем оно так и осталось самым обширным. Более 85 % всех открытых комет принадлежат именно к этой группе. Но с 2003 года были выделены еще несколько групп околосолнечных комет – семейства Мейера, Марсдена и Крахта. Помимо них открыто более 140 комет, которые не могут быть отнесены ни к одному известному семейству. С таким количеством наблюдательных данных и общим количеством открытий астрономы смогли выделить подгруппы в семействах Крейца и Крахта, более точно и достоверно рассчитать эволюцию и динамику околосолнечных комет в целом. Давайте поподробнее рассмотрим каждое семейство.

Семейство Крейца – самые экстремальные из околосолнечных комет, перигелий которых лежит максимально близко к нашему светилу (1–2 радиуса Солнца[82] относительно его центра); они характеризуются ретроградным движением (если смотреть со стороны северного полюса эклиптики, эти кометы двигаются по часовой стрелке, в отличие от большинства объектов Солнечной системы), период их обращения насчитывает сотни лет. Свое название семейство получило в честь немецкого астронома Генриха Крейца, который в 1888 году издал работу, где впервые предположил и обосновал теорию, что кометы 1843, 1880 и 1882 годов являются фрагментами одного родительского тела. Это предположение подтвердилось в последующих научных работах. В настоящий момент считается, что прогенитором[83] самого обширного из известных нам семейства околосолнечных комет была гигантская комета, распавшаяся на два больших фрагмента в 326 году нашей эры. Примечательно, что это катастрофическое событие произошло не вблизи Солнца, где на

ядро кометы действуют гигантские гравитационные приливные силы и мощнейшее излучение, а примерно в 50 астрономических единицах от него, то есть за орбитой Плутона, за 30 лет до сближения с Солнцем! Обе части кометы-прародителя, как их называют – суперфрагменты, прошли перигелий в 356 году с разницей в неделю. В 1100 году, через 4 месяца после очередного сближения с Солнцем, фрагмент «I» вновь раскололся. Его осколки стали известны нам как кометы 1843, 1880 и 1887 годов. Фрагмент «II», распавшийся спустя всего 18 дней после перигелия 1100 года, в свою очередь, тоже стал прародителем ярчайших комет: Большой сентябрьской кометы 1882 года и кометы Икэя – Сэки (C/1965 S1). Остается вопрос, почему гигантская комета-прародитель, диаметр ядра которой оценивается в 70–110 километров, распалась на два фрагмента так далеко от Солнца? Какие процессы могли к этому привести? Возможно, ответ кроется в скорости вращения ядра кометы. Как мы знаем, ядра комет очень хрупки и часто имеют неправильную форму. Постепенное увеличение скорости вращения вокруг оси при достижении периода в несколько часов могло привести к разрушению ядра. К сожалению, вряд ли мы когда-нибудь сможем точно ответить на этот вопрос, но к теме вращательной неустойчивости кометных ядер мы еще вернемся.

Помимо длиннохвостой Икэя – Сэки, в XX веке были открыты и другие крупные осколки древнего прародителя: кометы C/1945 X1 (du Toit), C/1963 R1 (Pereyra), C/1970 K1 (White-Ortiz-Bolelli). C/2011 W3 (Lovejoy) пока что последняя из этого семейства, открытая с Земли (астрономом-любителем Терри Лавджоем). Первой кометой семейства Крейца, открытой из космоса, в 1979 году стала C/1979 Q1 (SOLWIND). Это был настоящий прорыв, показавший ученым дальнейший путь исследования околосолнечных комет. Следующая за «Солнечным ветром» миссия Solar Maximum Mission с 1984 по 1989 год открыла еще 10 комет этого семейства. Эти кометы не были обнаружены с Земли из-за их малого размера. Исследователи теперь могли открывать не несколько скребущих комет в столетие, а десятки, а может быть и сотни. Но реальность оказалась еще более ошеломляющей. На данный момент на снимках с коронографов C2 и C3 космического аппарата SOHO открыто уже свыше четырех тысяч новых мини-комет, крохотных каменно-ледяных осколков диаметром от 10 до 100 метров, и для многих из них очередное сближение с Солнцем становится финалом их путешествия. Это следы тех далеких разрушений, что все еще продолжаются, а значит, поток открытий, если на то будет должный поисковый инструмент, еще долго не иссякнет. Стоит отметить, что далеко

не все открытые скребущие кометы получают официальное обозначение. Такого права удостаиваются лишь наиболее крупные из них, и сейчас в каталоге кометных орбит имя SOHO носят менее 1,5 тысячи объектов.



Великая комета 1843 года

Единичные открытия прошлого влились в современную мощную статистическую выборку, и теперь мы знаем о природе и эволюции околосолнечных комет намного больше. Конечно, если углубляться в вопрос, то нужно рассматривать выделенные в этом семействе ветвящиеся подгруппы, похожие на генеалогические древа, ведущие свою родословную с раннего Средневековья. Но задача этой книги иная – познакомить вас с кометами. Надеюсь, кто-то из вас увлечется этой темой и, может быть, совершит свои открытия. Чему я был бы несказанно рад.

Вторым по количеству открытых представителей является семейство Мейера. 31 мая 2016 года это количество перевалило за 200 комет. Когда я пишу эти строки, к ним добавились еще 77. Несмотря на то что эта группа колоссально уступает первой, она до сих пор плохо изучена. Ученые не знают прародителя этого семейства, наклонения орбит, периода обращения и среднего размера. Практически ничего. Как же так может быть, спросите вы? Очень просто – почти все объекты этого семейства наблюдаются на коротком промежутке времени, причем лишь в поле зрения узкопольного коронографа C2. Стоит отметить и слабую, практически отсутствующую, «временную кластеризацию» комет этого семейства. То есть все объекты обнаруживаются разрозненно по времени, что не позволяет рассчитать возможные периоды деления объектов-прогениторов. В отличие, к примеру, от семейства Крейца, когда можно

наблюдать связанный по времени кластер новых объектов, как будто пролившийся дождевой заряд.

Исходя из всех имеющихся данных, ученые предполагают, что кометы-обломки этой группы очень старые, намного старше 1700-летней истории группы Крейца. Оценки разнятся, но астрономы склоняются к тому, что первичный объект разрушился не менее чем 100 тысяч лет назад, а сейчас мы наблюдаем малые остатки, давно уже иссушенные Солнцем и практически полностью лишенные своих летучих веществ. Если принять во внимание средний темп обнаружения обломков (10–12 объектов в год), то можно предположить, что комета-прародитель была всего несколько километров в диаметре, что хорошо коррелируется со средним размером ядер короткопериодических комет семейства Юпитера.

Рассказ о двух оставшихся группах – Крахта и Марсдена – нужно начать с их общего прародителя – уникальной кометы 96P/Machholz 1. 12 мая 1986 года известный ловец комет Дональд Маххольц осматривал своим опытным взором небо над горами Санта-Круз (Калифорния, США) в исполинский 130-миллиметровый бинокль. В огромном поле зрения, которое давал этот поисковый инструмент, плыли бесчисленные мириады далеких звезд. Вот хорошо знакомые очертания величественной галактики Андромеды, и снова бескрайние звездные поля. Стоп! Опытный глаз наблюдателя засек то, чего здесь не должно быть, ведь он знал наперечет все туманные объекты, доступные его инструменту. В поле зрения телескопа находился тусклый объект, не имеющий явной центральной конденсации. Дональд запомнил его положение относительно галактики Андромеды, которую мог отыскать на небе практически мгновенно, и сверился со справочником. Это место на звездной карте было пустым, и он, отметив положение загадочного объекта красной буквой «X», продолжил свои наблюдения. Перед рассветом охотник за кометами вновь навел свой исполинский бинокуляр на загадочный объект «X». Меньше чем за час он заметно сместился на фоне звезд, а значит, в сети попалась новая рыбка… Дональд разбудил свою жену, которая мирно спала на заднем сиденье их автомобиля, и показал ей новую, только что открытую им комету.

Утром Дональд позвонил в Центральное бюро астрономических телеграмм и рассказал о своей ночной находке. На следующую ночь новую комету визуально пронаблюдали Чарльз Моррис и Алан Хейл, тот самый, который прославится своим открытием спустя девять лет. 15 мая директор Центра малых планет (MPC) и Центрального бюро астрономических телеграмм (CBAT) Брайан Марсден опубликовал официальный

циркуляр об открытии новой кометы Machholz (1986e)[84] с расчетом первого варианта ее орбиты, построенной всего по семи визуальным наблюдениям. Через две с половиной недели вышел новый циркуляр с уточненной орбитой, выглядевшей очень странно. Комета Маххольца была короткопериодической, с малым расстоянием перигелия (0,13 а. е.), наклонением 60 градусов и периодом обращения немногим более пяти лет.

В последующие годы комета, получившая постоянный номер и переименованная в 96P/Machholz 1, активно наблюдалась. Она долгое время была рекордсменом среди всех нумерованных короткопериодических комет по дистанции перигелия, а ее орбита до сих пор уникальна одновременно высоким эксцентриситетом и наклонением. В 2007 году в обсерватории Лоуэлла были проведены детальные исследования химического состава кометы, результаты которых шокировали ученых. Состав кометы не походил на то, что они привыкли видеть в среднестатистической комете Солнечной системы – он был одновременно обеднен как углеродом (C_2, C_3) так и еще в большей степени цианом (CN), что дало ученым основание полагать, что эта комета может иметь межзвездное происхождение. К сожалению, точно подтвердить или опровергнуть это заключение не представляется возможным, хотя мы уже многое знаем об орбитальной эволюции этого загадочного странника.

В настоящий момент многие справочники относят комету 96P к семейству Юпитера, хотя текущий параметр Тиссерана[85] $T_J = 1{,}94$, говорит нам о том, что формально она относится к семейству кометы Галлея или же является одной из комет облака Оорта. Но все же связь этой кометы с газовым гигантом бесспорна. Периоды обращения кометы и Юпитера вокруг барицентра Солнечной системы точно соотносятся как девять к четырем. Обратное интегрирование орбиты 96P показывает, что примерно 2,5 тысячи лет назад комета Маххольца обладала параметром Тиссерана $T_J > 2$, то есть относилась к семейству Юпитера (у астероидов Главного пояса $T_J > 3$). И это еще не все: с периодом примерно в четыре тысячи лет, вследствие резонанса Лидова – Козаи[86] с Юпитером, комета то увеличивает наклонение своей орбиты до 80 градусов с одновременным увеличением дистанции перигелия до одной астрономической единицы, то вновь уменьшает наклонение, опять же с уменьшением расстояния перигелия практически на порядок. Как видите, орбита кометы Маххольца очень нестабильна и в целом нетипична. Вполне вероятно, что давным-давно она все же была захвачена Юпитером, который прервал ее межзвездное

путешествие и перевел на гелиоцентрическую орбиту, поселив в Солнечной системе. Ученые считают, что такие события хоть и очень редки (частота их вряд ли превышает одно в 60 миллионов лет), но все же возможны. А теперь, познакомившись с кометой-прародителем, поговорим про два оставшихся семейства околосолнечных комет.

Как водится, оба семейства названы в честь астрономов, первыми «связавших» открытые кометы по некоторым признакам. Это были давно заслуженный кометный специалист Брайан Марсден – многолетний директор Центра малых планет и очень приятный собеседник, с которым я имел честь общаться, и Райнер Крахт – учитель естественных наук школы в Эльмсхорне, немецкий астроном-любитель, вписавший свое имя в астрономическую науку. Правда, вместо этого имени могло быть совсем другое – российское.

Поиском и изучением околосолнечных комет с начала 2000-х годов занимался и наш с вами соотечественник Александр Мимеев. Две первые околосолнечные кометы он открыл летом 2000 года, и эта тема захватила Александра. К ноябрю 2001 года он вместе с сыном написал программу, которая помогала искать кометы на снимках со спутников; у программы были свои нюансы. Большинство охотников за скребущими кометами внимательно изучали лишь нижнюю часть получаемых изображений, где и появлялись все кометы семейства Крейца, Александр же решил начать поиск по всему кадру, чтобы ловить все, что попадется в расставленные им «компьютерные сети». И вот, после месяца таких поисков, которые принесли еще два открытия, 12 декабря 2001 года программа Мимеевых находит новый объект, но совсем не там, где ищут другие – вверху кадра. Александр отправил свои измерения, и его объект подтвердили. Это действительно была новая и странная комета. И тут случилось то, что привело к настоящей научной трагедии. Я не преувеличиваю, так как хорошо понимаю чувства Александра, которые он тогда испытал. Что же произошло? Все банально и, скорее всего, будет даже непонятно многим молодым читателям. У Александра не оказалось денег, чтобы оплатить интернет. Он смог выйти в сеть лишь 1 февраля и узнал, что по данным о его находке – комете, получившей обозначение C/2001 X8 (SOHO), и по данным о других подобных кометах было выделено новое семейство околосолнечных комет – семейство Мейера, а он остался не у дел. Печальная история. Стоит ли говорить, что после этого Мимеев навсегда ушел из кометного поиска, переключившись на астероиды. Плодотворно работая с архивными кадрами, он нашел пропущенные наблюдения многих

объектов, что способствовало их нумерации (получению постоянного номера), ведь лишь после этого астероид считается официально открытым и может претендовать на собственное имя.

Но вернемся к двум оставшимся семействам. Итак, обе группы околосолнечных комет Марсдена и, позже, Крахта были открыты на кадрах космического аппарата SOHO; их движение было очень схожим. Кометы обеих групп характеризуются меньшим наклонением орбиты и расстоянием перигелия. В 2003 и 2004 годах две независимые группы ученых пришли к выводу, что все объекты этих двух семейств являются обломками необычной кометы 96P/Machholz 1. По расчетам, разделение с родительским телом произошло в интервале 800–1200 лет тому назад, а различие в параметрах орбит члены обеих семейств получили из-за различного воздействия гравитации Юпитера. Здесь можно выделить двухкратную разницу в среднем наклонении орбит (26,4° для семейства Марсдена и 13,1° для семейства Крахта) и разную ориентацию орбит в пространстве (существенно различаются средние значения аргумента перигелия ω и долготы восходящего узла Ω).

Для обеих групп характерна и временная кластеризация, то есть обычно обнаруживается несколько новых объектов, следующих один за другим с разницей в несколько суток, а затем открытия могут не происходить в течение многих месяцев. Скорее всего, это связано с дроблением ядер мини-комет вблизи перигелия, в результате которого уменьшается их средний размер.

Если говорить о внешнем виде, то визуально открытые кометы обеих групп схожи с околосолнечными кометами семейства Мейера – они выглядят звездообразно, не демонстрируя своей кометной природы практически до максимального сближения с Солнцем, которое в большинстве случаев они успешно переживают. Ученые пока не смогли достоверно определить средний размер этих тел, но, скорее всего, он больше, чем у скребущих комет семейства Крейца и составляет несколько десятков метров в диаметре.

Семейство или, как его еще называют, комплекс Маххольца, в который, помимо скребущих комет, входит и мощнейший метеорный поток Ариетид[87], продолжает увеличиваться. К примеру, во время прохождения кометой 96P перигелия в 2012 году, были обнаружены два ранее неизвестных фрагмента на схожих с прародителем орбитах. Некоторые ученые предполагают, что уже сейчас могут существовать и другие семейства околосолнечных комет, состоящих из обломков 96P, которые вследствие гравитационного воздействия Юпитера

обладают более далеким перигелием и просто не попадают в поле зрения коронографов космического аппарата SOHO. Так что новые космические аппараты, изучающие Солнце, смогут продолжить научную летопись «Льда и пламени».

И, как обычно, существуют исключения из правил. В данном контексте это неклассифицированные околосолнечные кометы, которые не могут быть включены ни в одну из групп. В этот список входят как короткопериодические, так и долгопериодические кометы, которые в общей сложности представляют лишь 5 % от известной на данный момент популяции околосолнечных комет. Я расскажу о самых интересных из них.

Первой кометой обсерватории SOHO, в итоге не отнесенной ни к одному из семейств, стала долгопериодическая комета C/1997 B4 (SOHO), которую 21 января 1997 года открыл все тот же Райнер Крахт. Спустя несколько лет другой, австралийский астроном-любитель, о котором я еще буду рассказывать в последней главе книги, – Майкл Маттиаццо, обнаружил первую негрупповую комету C/2004 V13 (SWAN), но не на кадрах с коронографа, а с помощью установленного на космическом аппарате SOHO инструмента для изучения анизотропии солнечного ветра – Solar Wind ANisotropies, или SWAN. Этот прибор не способен обнаруживать крохотные осколки, которыми в массе своей и являются мини-кометы четырех семейств, но достаточно результативен в открытии и изучении классических комет. Особенно он незаменим в условиях плохой видимости изучаемого объекта с Земли из-за его малой элонгации.

Отдельно стоит отметить четыре нумерованные короткопериодические кометы SOHO: 321P, 322P, 323P и 342P, которые наблюдались уже в нескольких появлениях. Причем 322P и 323P – это единственные короткопериодические кометы SOHO, которые удалось увидеть не только на снимках с коронографа, но и при наблюдениях с Земли! Если говорить о статистике, то большинство околосолнечных комет, не принадлежащих ни к одному семейству, являются долгопериодическими кометами с большим наклонением орбиты. К сожалению, их изучение ограничено из-за очень короткого времени наблюдения (наблюдательной дуги) и плохой астрометрической точности коронографов. Исключением можно назвать всего несколько комет, включая C/2015 D1 (SOHO), наблюдавшуюся в течение четырех суток, вплоть до ее гибели в ослепительных лучах Солнца и, безусловно, самую известную и наиболее хорошо изученную околосолнечную комету, открытую с Земли в российской обсерватории Астрономического научного центра

(АНЦ) – C/2012 S1 (ISON). Эта комета непременно заслуживает отдельного рассказа.

В ночь на 21 сентября 2012 года над горой Шатджатмаз, недалеко от курортного Кисловодска, было чистое небо. Купола и крыши многочисленных белых павильонов были открыты, и вверх смотрели разнообразные телескопы, занимавшиеся той ночью различными задачами. Сорокасантиметровый широкопольный телескоп «Сантел-400», произведенный московской фирмой «Сантел-М» (оптик Анатолий Санкович), искал новые астероиды и кометы…

Как это часто бывает, эту комету могли открыть и американские коллеги, на снимки которых она уже попадала 28 декабря 2011 года (обзор Маунт Леммон) и ровно месяц спустя, 29 января 2012 года (обзор Pan-STARRS). Тогда блеск еще не открытой кометы составлял 20-ю звездную величину, и эти непривязанные измерения ждали своего часа в базе данных так называемых «одноночников» – непривязанных измерений, которые не удалось отождествить с уже известными объектами Солнечной системы и рейтинг «интересности» (NEOR) которых не позволил им напрямую попасть на страницу подтверждения новых объектов (NEOCP). Поэтому когда через трое суток после открытия вышел официальный циркуляр, то там сразу была представлена очень точная орбита, основанная на наблюдательной дуге в девять месяцев. Но и это еще не вся история открытия. Уже позже, когда астрономы, работающие на телескопе Pan-STARRS, решили вручную проверить те архивные кадры, на которых комета должна была находиться, то отыскали ее на снимках от 9 декабря, 26 и 10 ноября и даже – барабанная дробь – 30 сентября 2011 года! Но автоматическая система обнаружения не заметила этот объект. В оправдание можно сказать, что на самых ранних снимках блеск кометы составлял 21,1 звездную величину, хотя, безусловно, это далеко не предельная величина для данного телескопа. Новая комета вполне могла быть открыта в течение зимы и практически всей весны 2012 года – пока она не ушла на соединение с Солнцем во второй половине мая. Когда же комета вышла из него, достигнув элонгации в 60 градусов, то сразу была поймана теми, кто осматривал в ту ночь сегмент предрассветного сумеречного неба – Виталием Невским и Артемом Новичонком.

Об открытии сказано уже много, поэтому перейдем к самой комете и ее орбите, которая была очень интересной. C/2012 S1 (ISON) представляла собой околосолнечную комету, которая не подпадала под характеристики ни одного семейства скребущих комет. Она должна была пройти перигелий 28 ноября 2013 года

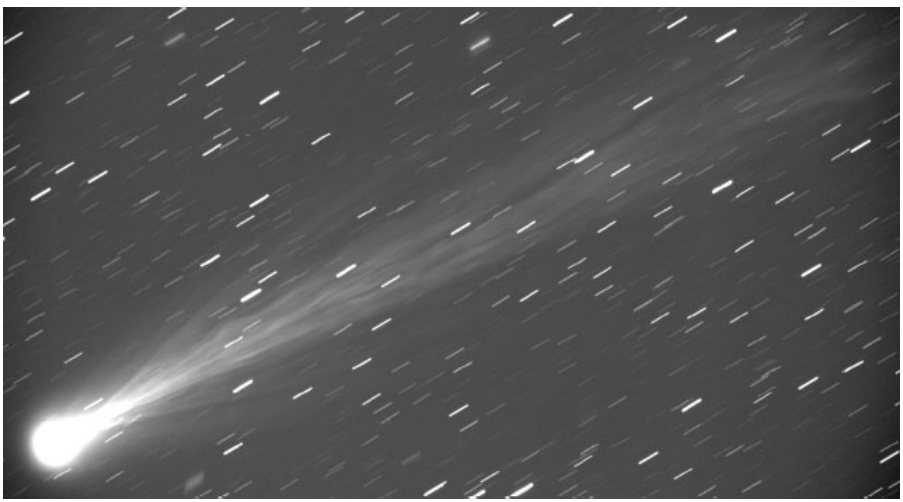
всего в 0,0125 астрономической единицы, что для динамически новой кометы является по-настоящему серьезным испытанием. Мнения о том, что комета не переживет сближение с Солнцем, стали высказываться практически сразу же после опубликования ее орбиты. И я был с ними согласен. Эта уверенность строилась на оценке эмпирического параметра, называемого пределом Бортля, который стал заглавием моей первой художественной книги. Расскажу о нем подробнее.

Предел Бортля

Данный оценочный критерий в 1991 году предложил известный визуальный наблюдатель комет и их исследователь Джон Бортль. В своей статье он представил эмпирически выведенную формулу линейной зависимости расстояния перигелия от абсолютной звездной величины кометы, практически – от ее размера. Это линейный график, которой проводит границу «выживаемости» динамически новых комет при их первом тесном сближении с Солнцем. И новая скребущая комета находилась в «зоне смерти».

Весь 2012 год комета ISON медленно наращивала свой блеск, достигнув 16-й звездной величины. Да, ее яркость увеличивалась не так стремительно, как многие ожидали, но настоящий сюрприз она преподнесла в первой половине 2013 года, когда вместо

увеличения блеска стала демонстрировать его пусть и небольшое, но все же падение. И это при том, что комета все ближе и ближе подходила к Солнцу. К началу июля, когда она скрылась от наблюдателей в лучах нашей звезды, ее блеск отставал от графика уже на две звездные величины. Астрономическое сообщество с нетерпением ждало, какой же покажется комета после соединения? Первым, 12 августа 2013 года, ее пронаблюдал Брюс Гэри (Аризона, США). Новости были неутешительными: блеск кометы находился на уровне 14-й звездной величины или даже слабее, а до перигелия оставалось всего три месяца. В октябре блеск кометы вплотную подобрался к десятой звездной величине, диаметр ее головы оценивался в 3–4 угловые минуты, а хвост вытянулся до скромной десятой части градуса. C/2012 S1, скажем прямо, не впечатляла.



Комета C/2012 S1 (ISON)

Все изменилось 13–14 ноября, когда комета, как будто опомнившись, стала резко набирать яркость. Скорее всего, в этот момент начали сублимироваться льды глубокого залегания; небольшие поверхностные запасы льда уже давно истощились. За сутки блеск кометы вырос на полторы звездные величины и продолжил быстро расти. К исходу 14 ноября был взят рубеж шестой звездной величины, и австралийский любитель астрономии Крис Уайатт заявил о видимости кометы ISON невооруженным глазом. Спустя несколько дней после вспышки рост яркости кометы немного замедлился. К 21 ноября, за неделю до перигелия, он составлял 4^{m}. На снимках комета выглядела потрясающе – компактная зеленая голова и достаточно длинный и прямой голубоватый хвост с двумя доминирующими джетами-

струями. Комета была все ниже и ниже на горизонте и скоро скрылась для земного наблюдателя.

22 ноября она вошла в поле зрения космического аппарата STEREO-A. На кадрах узкопольной гелиосферной камеры HI-1 в тот момент были видны две кометы – на переднем плане сияла длиннохвостая ISON, а чуть выше и впереди летела комета Энке[88]. 27 ноября, за сутки до своего перигелия, C/2012 S1 показалась и в поле зрения коронографа C3 космического аппарата SOHO. 28 ноября комета облетела Солнце. На кадрах с коронографа казалось, что она испаряется, постепенно тускнея, но через несколько часов после перигелия ее блеск вновь стал увеличиваться. Все наблюдатели, которые могли следить за кометой лишь благодаря космическим аппаратам для изучения Солнца, воспрянули духом – казалось, что комета выжила и вот-вот подарит нам потрясающий по своей красоте хвост. Но чуда не произошло… Уже на снимках от 30 ноября стало ясно, что комета погибла, превратившись в облако пыли и газа. 18 декабря комету, а точнее то, что от нее осталось, наблюдал космический телескоп «Хаббл», но на том месте, где должно было находиться ее ядро, не обнаружилось ни одного объекта размером более полутора сотен метров. Первое, такое долгое путешествие кометы из облака Оорта к Солнцу, как это часто бывает, оказалось и последним.

Итак, поведав о тысячах открытий, я думаю, стоит рассказать и об уникальной судьбе космического долгожителя и одного из главных героев этой главы – космического аппарата SOHO, который многократно превзошел тот срок службы, что был ему изначально отмерен. И это при том, что спустя всего два года после старта миссия могла быть прервана, но космический аппарат без одной из своих основных систем продолжает успешно работать по сей день!

24 июня 1998 года. Это был обычный рабочий день – дежурная группа команды управления космическим аппаратом занималась своими рутинными делами, как вдруг начались необъяснимые перебои со связью. Она то пропадала, то самопроизвольно восстанавливалась. Об этом были немедленно оповещены все ведущие специалисты миссии – инженеры и ученые пытались понять, что происходит в полутора миллионах километров от них, там, где сейчас заходило закатное красное Солнце. В 23:18 по всемирному времени бортовая система передала на Землю сообщение о потере «захвата» Солнца и перешла в аварийный режим. Специалисты, которые успели прибыть в пункт управления, начали реанимационные работы, пока еще не понимая, что произошло. В 04:43 контакт с космическим аппаратом был потерян. По принятой телеметрии

было видно, что SOHO теряет электропитание из-за падения эффективности солнечных панелей, уже не направленных на нашу звезду. Аппарат неконтролируемо вращался. Вечером 25 июня с помощью антенны сети Дальней космической связи (DSN), расположенной недалеко от Мадрида, была предпринята попытка передачи первой процедуры аварийного восстановления, но безрезультатно.

Через три дня в Центр космических полетов имени Годдарда (Мэриленд, США) прибыла группа специалистов ЕКА. Мозговой штурм не дал результатов – космический аппарат молчал, по-видимому находясь в режиме гибернации для накопления и сохранения той электроэнергии, которую еще вырабатывали солнечные панели, когда на них, пусть и под малым углом, но все же попадал свет. Анализ данных показал, что перед тем, как начались первые проблемы со связью, на космическом аппарате проводили обычную процедуру калибровки гироскопов, отвечающих за поддержание ориентации в пространстве, и, скорее всего, ключ к разгадке был связан именно с ними. Из Тулузы пришли неутешительные расчеты. Ученые смоделировали температурный режим на борту космического аппарата при среднем отклонении от Солнца в 45 градусов и выдали свой прогноз – в области тени температура приборов может достичь – 62 градусов по Цельсию. Нужно было что-то делать, и срочно!

На 23 июля запланировали уникальный поисковый эксперимент – нужно было найти иголку в безграничном космическом пространстве. Космический аппарат должен был все еще находиться вблизи области L1, но где точно, никто не знал. Ранним утром 305-метровый радиотелескоп Аресибо (Пуэрто-Рико) выдал импульс мощностью 580 киловатт на частоте 2,38 гигагерца в направлении предполагаемого учеными-баллистиками положения SOHO. Приемником отраженного сигнала служил 70-метровый радиотелескоп в Голдстоуне (Калифорния, США). И хотя это был вовсе не канун Рождества, но чудо произошло! Потерянный космический аппарат нашелся именно там, где и было предсказано специалистами по небесной механике. Помимо положения в пространстве, ученые смогли определить ориентацию спутника и период его вращения – 52,8 секунды на полный оборот вокруг своей оси. Новые расчеты помогли установить точное время, когда можно будет предпринять очередную попытку связи.

3 августа в 22:51 была поймана несущая частота SOHO – связь была установлена. 8 августа на борт была успешно передана команда переключения на запасную аккумуляторную батарею и отключения всех устройств, не участвующих в спасении аппарата.

12 августа было решено пустить всю получаемую энергию на отогрев той части гидразинового топлива, что уже успела замерзнуть. 30 августа эта операция успешно завершилась, и 3 сентября начали отогревать топливную систему. Через пять дней была предпринята первая попытка включить двигатели ориентации, но безрезультатно – топливные каналы все еще оставались замороженными. И вот, 16 сентября, разбрасывая в космическое пространство облако блестящих на солнце льдинок, двигатели заработали. SOHO начал медленно разворачиваться к Солнцу. 25 сентября миссия по космическому спасению была триумфально завершена. Все системы, кроме двух вышедших из строя гироскопов, работали штатно. И это при том, что, судя по накопленной телеметрии, отдельные приборы при неконтролируемом вращении испытывали перепад температур с +100 до –120 градусов Цельсия!

Все инструменты были официально возвращены в научную эксплуатацию к 24 октября. Но проблема поддержания ориентации была все еще не решена, и несколько месяцев аппарат использовал двигатели, тратя жизненно необходимый запас топлива. В это время на Земле не покладая рук работала команда ученых и программистов, они в режиме цейтнота писали новое программное обеспечение, которое позволило бы космическому аппарату обходиться без гироскопов. А за каждую неделю двигатели расходовали по семь литров гидразина… И вот 29 января 1999 года новая управляющая программа была успешно загружена на борт и после перезапуска систем, 1 февраля, SOHO стал первым в истории космонавтики стабилизированным по трем осям космическим аппаратом, не использующим гироскопы. Вот так завершилась долгая, трудная, но чрезвычайно успешная работа ста шестидесяти человек, спасших для науки главного открывателя околосолнечных комет Солнечной системы.

Завершая рассказ о космических аппаратах, помогающих нам изучать удивительных «мотыльков», летящих на свет Солнца, я должен упомянуть и о другом космическом аппарате, а точнее, паре аппаратов STEREO (Solar TErrestrial RElations Observatory). Они были запущены через десять лет после SOHO. Конечно, их вклад в открытие околосолнечных комет несравним с этим космическим долгожителем, но все же и эти аппараты внесли свою лепту в изучение странников Солнечной системы.

26 октября 2006 года ракета-носитель Delta II с двумя аппаратами-близнецами на борту стартовала с мыса Канаверал. После серии нетривиальных маневров оба космических аппарата направились к месту своей работы. Реальное путешествие по правилам небесной механики, в отличие от фантастических

фильмов, было долгим. STEREO-A (Ahead, летящий впереди Земли) и STEREO-B (Behind, отстающий) заняли свои позиции лишь в январе 2009 года. Осенью того же года обоими аппаратами был проведен эксперимент по поиску небольших «троянских» астероидов Земли, но безрезультатно. Данные, полученные в ходе работы спутников STEREO, предоставили ученым новые знания о Солнце, солнечном ветре, корональных выбросах и в целом о космическом пространстве между Солнцем и Землей. Близнецами были даже открыты 122 новые затменно-переменные звезды, но кометный улов остался весьма скромным.

В период с 2008 года, когда оба аппарата продолжали «расходиться», чтобы занять свое рабочее положение для стереоскопического наблюдения солнечного диска, до осени 2014 года, когда прервалась связь со спутником STEREO-B, они официально открыли девять комет. Шесть из них оказались околосолнечными кометами семейства Крейца (C/2008 D1, C/2008 D2, C/2008 D3, C/2008 D4, C/2008 E5 и C/2008 E6, все носят имя STEREO), две – долгопериодическими, с эксцентриситетом орбиты близким к единице и периодом обращения более 10 тысяч лет (C/2009 G1 и C/2014 C2). Девятая, короткопериодическая комета семейства Юпитера (414P/ STEREO), ко всему прочему, еще и сближается с Землей. Но, помимо новых открытий, важно и изучение комет, открытых другими. И STEREO-B сыграет одну из главных ролей в истории космической странницы, о которой мы поговорим в последней главе.

История самого космического аппарата трагична. 1 октября 2014 года STEREO-B был переведен в плановый сервисный режим для проверки систем, в том числе и автономного режима управления. Несколькими днями ранее подобные работы уже провели на STEREO-A, где все прошло без замечаний. Но в этот раз возникли проблемы. Внезапно связь с аппаратом прервалась. Паники не было, ведь у NASA уже имелся успешный опыт реанимации SOHO, но тот находился «всего» в полутора миллионах километров от Земли, тогда как STEREO-B был почти в двести раз дальше!

Первоначальное мнение членов команды миссии о том, что спутник начал неконтролируемое вращение, получило свое подтверждение при анализе последней полученной телеметрии. К сожалению, давно не разгружавшиеся маховики системы стабилизации[89] не смогли погасить все нарастающую скорость вращения, вызванную, скорее всего, ошибочным включением двигателей. Солнечные панели, не сориентированные на Солнце, быстро теряли эффективность, и аппарату стало не хватать

электропитания. Он перешел в спящий аварийный режим. NASA с помощью Сети дальней космической связи, не зная точного положения космического аппарата, продолжало безрезультатные попытки выйти с ним на связь, «прощупывая» космическое пространство в надежде, что тот «услышит» зов с Земли. И вот, спустя 22 месяца, 21 августа 2016 года чудо произошло! Связь восстановилась, и на борт космического аппарата загрузили команды, которые должны были минимизировать расход электроэнергии и стабилизировать ситуацию. Но это не помогло – аппарат неконтролируемо дрейфовал, и солнечные панели опять отвернулись от Солнца. 23 сентября нестабильная связь была вновь утеряна, и как оказалось – уже навсегда. Спустя два года, 17 октября 2018-го, NASA официально заявило о потере космического аппарата STEREO-B, но его брат-близнец все еще продолжает работать и получать новые научные данные.

На этом я завершаю свой краткий рассказ о скребущих кометах. И кстати, любой из вас может попытаться добавить в эту историю несколько своих строк. Космический аппарат SOHO все еще работает, и снимки с его коронографов и инструмента SWAN все так же доступны для всех. Дерзайте, и может быть, вам повезет открыть новую маленькую частичку Солнечной системы и встать в один ряд с Рейнером Крахтом, Майком Мейером, Ворачате Бунплодом (безусловным рекордсменом, открывшим более 700 мини-комет) и другими наблюдателями, уже вписавшими свои имена в летопись «Льда и пламени».

VI. Автостопом по Галактике

19 октября 2017 года над вершиной гавайского вулкана Халеакала горело красочное и чистое закатное небо. Розовый неспокойный океан облаков бурлил где-то там, внизу, закрывая собой водную гладь такого же неспокойного Тихого океана. Здесь, в «Доме Солнца», а именно так название вулкана переводится с местного наречия, на высоте трех тысяч метров, к работе готовились оптические телескопы. У каждого из них было свое наблюдательное задание и цель. Кто-то будет смотреть в глубь времен, изучая невообразимо далекие звездные миры, которых, возможно, уже давно не существует, а один из телескопов – 180-сантиметровый Pan-STARRS 1[90] готовился к своей очередной охоте на неизвестные астероиды и кометы. А в том, что он был прирожденным охотником, не оставалось никаких сомнений. Чтобы обеспечить большое поле зрения, на телескопе была установлена гигантская астрономическая 1,6-гигапиксельная ПЗС-камера диаметром в полметра, а каждый снимок этой мозаики «весил» более двух гигабайт! Закат погас, и телескоп начал свою рутинную работу, не зная, что этой ночью его ждет удивительное открытие.

Луна еще не взошла, и телескоп работал на границе созвездий Пегас и Андромеда. Он проходил одни и те же площадки по четыре раза с интервалом около 15 минут, после чего перемещался в новую область небесной сферы. Спустя несколько часов на экране канадского астронома-наблюдателя Роберта Уэрика появились небольшие кадры с движущимся неизвестным объектом 20-й звездной величины, который был сразу же опубликован на странице подтверждения NEOCP. Все шло обыденно, пока в следующую ночь не стали добавляться новые измерения с других обсерваторий, и чем их становилось больше, тем все сильнее нарастала и среднеквадратическая ошибка определения первоначальной орбиты. Она буквально рассыпалась, если только не допустить «невозможное» – что ее эксцентриситет заметно больше единицы.

Давайте вспомним то, о чем мы уже говорили. Кометы могут двигаться по замкнутым эллиптическим орбитам, и в таком случае эксцентриситет будет меньше единицы либо орбита может быть разомкнутой гиперболической, что означает лишь одно – объект будет навсегда выброшен из Солнечной системы. До описываемых событий наивысшее достоверное значение данного кеплерового элемента орбиты принадлежало комете C/1980 E1 (Bowell), для которой оно было равным $e = 1{,}057733 \pm 0{,}000008$.

Существует комета, у которой эксцентриситет орбиты еще больше. Это C/1954 O1 (Vozarova), но из-за совсем небольшой наблюдательной дуги эксцентриситет ее орбиты определен очень неточно e = 1,073651 ± 0,41228. Как говорится – почувствуйте разницу! Следом за этими двумя кометами идет C/1997 P2 (Spacewatch) с вдвое меньшим эксцентриситетом e = 1,027944 ± 0,000211. На данный момент безоговорочное первое место занимает объект, о котором я расскажу чуть позже и который в 2017 году все еще ждал своего открытия.

Этими выкладками я хочу показать, что то значение эксцентриситета (e ≈ 1,17), которое хорошо увязывало все измерения загадочного объекта, было за гранью тогдашней реальности. Ведь все гиперболические траектории объяснялись и подтверждались гравитационным воздействием планет-гигантов, в особенности Юпитера, либо тесным сближением с самим Солнцем, которое также может разогнать объект и выбросить его прочь из Солнечной системы. К примеру, комета Боуэлла (C/1980 E1) при вхождении во внутреннюю часть Солнечной системы, на расстоянии в 100 астрономических единиц от Солнца, где гравитационным влиянием планет можно пренебречь, имела экстремально вытянутую, но все же замкнутую эллиптическую орбиту с периодом обращения вокруг барицентра Солнечной системы более 7 миллионов лет и афелием порядка 75 тысяч астрономических единиц. Но в данном случае даже по той, еще грубой орбите, которую уже можно было построить, выходило, что новый объект не сближался с планетами. Более того, ученые обратили внимание и на то, где именно на небесной сфере была обнаружена эта странная находка.

А нашли новый объект вблизи апекса Солнечной системы, то есть той точки, куда мы все, – Солнце, планеты, астероиды, кометы, я и вы, читающие эту книгу, – летим со скоростью 19,4 километра в секунду. То есть это именно та область, где вероятность обнаружения настоящего межзвездного гостя максимальна. Объект был размещен на странице подтверждения уже несколько суток, и новые измерения все больше убеждали ученых, что это именно то, что они так долго искали. По мере уточнения орбиты ее эксцентриситет продолжал расти, приближаясь к e = 1,2!

Этого открытия ждали, ведь различные модели эволюции планетных систем говорили о том, что сейчас в окрестностях Солнца должны находиться свыше десятка межзвездных объектов, которых мы не видим лишь из-за несовершенства наших поисковых систем. Последние научные работы уменьшили эту оценку до семи объектов в год. И вот наше техническое развитие

позволило открыть первый подобный объект! Скажу честно – в этот раз нам во многом повезло, ведь если бы первый межзвездный пришелец пролетал чуть дальше от Земли, то из-за своего малого размера и скорости, он, скорее всего, так и не был бы обнаружен. С другой стороны, когда-то нам должно было повезти?

25 октября, спустя шесть суток после обнаружения объекта, вышел официальный циркуляр MPEC 2017-U181 об открытии… новой кометы C/2017 U1 (PANSTARRS). Да, да, просто на тот момент ученые еще не имели опыта обозначения подобных объектов, а назвать космическое тело с такой орбитой «обычным астероидом» у них не поднялась рука. В начале документа было написано:

«Дальнейшие наблюдения за этим объектом очень желательны. Если астрометрия, перечисленная ниже, верна, то гиперболическая орбита объекта является единственным жизнеспособным решением. Хотя, вероятно, в настоящий момент не слишком разумно вычислять значимые исходные и будущие барицентрические орбиты, учитывая очень короткую дугу наблюдений, приведенная ниже орбита обладает эксцентриситетом e ≈ 1,2. Если последующие наблюдения подтвердят необычный характер этой орбиты, этот объект может стать первым явным случаем обнаружения межзвездной кометы».

Как мы видим, даже после публикации циркуляра ученые все еще не верили собственным глазам. В этот же день были проанализированы снимки, полученные на восьмиметровом «Очень Большом Телескопе» (Very Large Telescope, VLT, Чили) по срочной наблюдательной программе, название которой говорит само за себя: «СРОЧНО: Первый межзвездный объект в Солнечной системе». Эти важнейшие данные еще раз подтвердили полное отсутствие каких-либо признаков кометной активности. К концу дня вышел еще один циркуляр, который впервые присвоил новое обозначение, введенное еще в 1995 году, но никогда ранее не использовавшееся. Именно тогда, еще за 22 года до открытия первого подобного космического тела, было предложено присваивать префикс «A» неактивным объектам, находящимся на гиперболических орбитах. «Комета» C/2017 U1 была переклассифицирована в гиперболический астероид A/2017 U1. 6 ноября, когда объяснить подобную орбиту сотнями ошибочных измерений уже не представлялось возможным, Центр малых планет и Международный астрономический союз (IAU) вносят изменение в систему наименования малых тел Солнечной системы – для объектов с доказанным межзвездным

происхождением вводят новый префикс: «I» (сокращение от *англ.* Interstellar – межзвездный). И межзвездный странник вновь меняет свое обозначение – теперь он уже именуется 1I/2017 U1. Первый объект подобного типа! Интересно, что за две недели с момента открытия он получил и свое собственное имя – «Oumuamua», что с гавайского языка переводится как «разведчик» или «посланник издалека». Это самое быстрое именование малого тела на моей памяти, для обычного астероида Главного пояса этот путь занимает порядка десяти лет.

Итак, новый класс объектов официально открыт, но давайте еще раз вернемся к самому обнаружению и проанализируем его. По предельной проницающей силе телескопа Оумуамуа мог быть открыт еще с 20-х чисел августа 2017 года, но тогда этому объективно мешало Солнце – элонгация составляла всего несколько градусов, то есть объект был виден лишь на светлом небе. При этом его расстояние от Земли составляло 1,26 астрономической единицы и постепенно сокращалось. В момент прохождения 1I/2017 U1 перигелия (0,26 а. е.) 9 сентября объект вошел в поле зрения космического аппарата STEREO-A, но из-за слабого блеска не мог быть обнаружен на его снимках. Второе «окно» для обнаружения было открыто в начале октября, когда блеск объекта составлял $20{,}8^{m}$, что является простой целью для телескопа Pan-STARRS. Но объект находился все еще в сумеречной зоне, как раз там, где любители часто находят кометы и куда неохотно заглядывают большие телескопы. Но для любителей такой блеск при поисковых наблюдениях запредельно мал. В итоге межзвездный астероид был обнаружен лишь 19 октября при блеске $20{,}0^{m}$ вблизи точки противосолнца, при элонгации 176 градусов, что как раз хорошо объяснимо. Именно в этой области неба малые тела Солнечной системы обладают минимальным фазовым углом, то есть угол между наблюдателем, объектом и Солнцем минимален, и к наблюдателям повернута освещенная Солнцем сторона объекта. В пример можно привести полнолуние в системе Земля—Луна—Солнце, когда видимая поверхность нашего спутника максимально освещена. Немного позже нашлись и предоткрытия: документально подтверждено, что 14 октября, как раз в день максимального сближения с Землей до расстояния 24,2 миллиона километров, Оумуамуа впервые попался на кадрах другой американской обзорной программы – более скромного 0,68-метрового телескопа обзора «Каталина» (Catalina Sky Survey, «CSS»), названного так в честь гор, где установлены телескопы этой обзорной программы. Так что в этот момент открыть первый межзвездный объект мог и непрофессиональный охотник за кометами, имея средний

телескоп с астрономической камерой и темное небо над головой. И такой человек нашелся, но об этом немного позже.

После сближения с Землей межзвездный астероид стал быстро терять блеск, как будто дождался своего открытия и, выполнив свою задачу, продолжил бесконечное скитание между планетными системами. К концу октября, когда ученые все еще спорили, к какому классу объектов его отнести, он уже был доступен для наблюдений только крупным телескопам. А последним его провожал космический телескоп «Хаббл», пронаблюдавший межзвездного странника 12 декабря 2017 и 2 января 2018 года. И вот об этих наблюдениях, которые ввели в замешательство все научное сообщество, мы еще с вами поговорим.

Первый межзвездный объект улетел, но откуда он взялся? Когда были собраны все астрометрические (позиционные) измерения и ученые получили самую точную орбиту, какую только могли, они сели за расчеты. Конечно, указать на ту единственную звезду, из системы которой прилетел этот пришелец, невозможно, так как в расчете очень много переменных, значения которых мы или не знаем вовсе, или знаем недостаточно точно. Сейчас у нас есть сверхсовременная и сверхточная звездная карта – это каталог, создаваемый с помощью космического аппарата GAIA. В нем содержатся сверхточные положения звезд на текущее время, которое астрономы называют эпохой, информация об их расстоянии (параллаксе); для многих звезд вычислены скорости их собственного движения. Это очень важно, потому что Оумуамуа летел к нам миллионы лет, а звезды, также летящие в пространстве, за это время заметно сместились.

Что мы можем определить точно, так это ту точку небесной сферы, откуда этот гость влетел во внутреннюю часть Солнечной системы, еще не испытывая возмущения планет-гигантов. Она находится в созвездии Лира, но остается главный вопрос – сколько он летел? Здесь на помощь астрономам приходит статистика. Логично, что чем больше звезд в некой области пространства, тем выше вероятность, что межзвездный странник прилетел именно оттуда. Поэтому ученые стали искать скопления светил, одно из которых могло бы быть далеким домом Оумуамуа. Подходящими оказались звездные ассоциации[91] в созвездиях Киль и Голубь, которые раньше входили в общую «Великую Южную ассоциацию молодых звезд» (Great Austral Nearby Young Association, GAYA). 1I/2017 U1 мог быть выброшен из какой-то молодой планетной системы примерно 40 миллионов лет назад. По скорости, которой обладал объект до входа

в Солнечную систему, можно сделать вывод, что родительской звездой Оумуамуа, скорее всего, был коричневый карлик; ведь если бы объект разгоняла более массивная звезда, то и его скорость была бы выше. Но это лишь предположение, так как 1I/2017 U1 мог быть выброшен не только родительской звездой, он мог покинуть родную систему и в результате столкновения с другим объектом или тесного сближения с планетой-гигантом наподобие нашего Юпитера. С достаточной долей вероятности можно говорить, что 6,8 миллиона лет назад этот объект прошел всего в 1,3 пк от звезды HIP 17288[92], но очень маловероятно, что именно там был его настоящий дом. Для понимания масштаба замечу, что предполагаемый диаметр облака Оорта Солнечной системы примерно равен 0,62 пк. В итоге, обогнув по дуге Солнце и разогнавшись до 87,7 километра в секунду, космический объект продолжил свой полет в направлении созвездия Пегас, постепенно замедляясь. Примерно через 23 тысячи лет он покинет Солнечную систему, когда гравитация нашей звезды уже не будет удерживать его.

И все же, что это был за объект? Астероид или комета? Неужели он только случайно пролетел так близко от Солнца и еще ближе от Земли? Особенно учитывая, что он не сближался ни с одной из известных нам звезд на расстояние менее трех световых лет. И тут практически точное попадание! Я не буду заниматься конспирологией, но не сказать об этом тоже не имею права. Да, уже было опубликовано много статей и даже книг, утверждающих, что этот объект не что иное, как разведывательный корабль некой развитой космической цивилизации. Давайте разберем те аргументы, которые представляют сторонники техногенного происхождения Оумуамуа.

Во-первых, как я уже упоминал ранее, это астрометрические (измерения положения) и фотометрические (измерения блеска) наблюдения, с которых и начнем. Астрономы используют анализ ряда фотометрических наблюдений, составляющих так называемую кривую блеска, для определения некоторых физических свойств изучаемого объекта. К примеру, ученые могут узнать период вращения объекта вокруг оси и ее ориентацию в пространстве или же установить, что объект беспорядочно кувыркается. Могут определить амплитуду изменения блеска. В совокупности эти данные могут подсказать примерную плотность и форму объекта. Вот тут астрономов и ждал первый сюрприз. После анализа кривых блеска выяснилось, что Оумуамуа как раз тот объект, который кувыркается, то есть его ось вращения меняет свой наклон с периодом около семи часов. Это может говорить о

том, что в прошлом объект испытал столкновение или же является его результатом – осколком одного из столкнувшихся тел.

Вторым неожиданным открытием была амплитуда изменения блеска – она составляла более 1,8 звездной величины, что, поверьте мне, очень много. Это может косвенно говорить о том, что 1I/2017 U1 значительно меняет площадь отражательной поверхности, направленной к лучу зрения наблюдателя, то есть к нам. Представьте себе вытянутый камешек морской гальки, который вы крутите в своих пальцах. К вам попеременно направлена то узкая сторона, то длинная. Поскольку астероиды и кометы светят лишь отраженным светом, то при изменении ориентации объекта площадь отражательной поверхности тоже изменяется, а мы детектируем разное число отраженных фотонов. Да, помимо формы это может быть связано и с «пятнистостью» – когда отражательные свойства (альбедо) одной из сторон заметно отличаются от другой, но представить, что естественный объект обладает таким разительным контрастом довольно сложно. При моделировании изменения блеска Оумуамуа можно сделать вывод, что наиболее согласована с наблюдательными данными была бы форма чрезвычайно вытянутого эллипсоида, соотношение большой и малой полуосей которого лежат в пределах от 5:1 до 6:1. Обычно у астероидов этот показатель не превышает 3:1. В качестве альтернативного варианта, моделирование которого также хорошо согласуется с полученными кривыми блеска, можно предположить, что объект имеет форму тонкого диска. Но пока у ученых нет наглядных примеров существования подобных объектов в Солнечной системе, так что вариант вытянутого эллипсоида более консервативен.

Конечно, подобные выводы ученых сразу породили конспирологические теории о том, что это космический корабль пришельцев, как в каком-то фантастическом фильме. Может быть, это так, а может и нет, но, основываясь на личном опыте фотометрии объектов как естественного, так и искусственного происхождения, могу высказать свое мнение. Их кривые блеска характерно отличаются друг от друга, так как поверхности дают различные типы отражений: диффузное для естественных объектов и зеркальное – для техногенных. Измерения Оумуамуа показывают пример типичного диффузного отражения. Да, это можно аргументировать тем, что объект просто мимикрирует под «естественный», но развивать эту тему далее в рамках данной книги я не стану – все же здесь мы опираемся на сугубо научные факты.

Если вернуться к странной форме объекта, то мы можем примерно рассчитать среднюю критическую плотность вещества, которая выдержит такую частоту вращения. Я не буду приводить формулы, так как это противоречит формату нашей беседы, но скажу, что для того, чтобы сохранить целостность на протяжении долгого периода времени, Оумуамуа должен иметь плотность порядка $\rho = 2{,}2$ г/см ^{3}, что отлично коррелируется со средней плотностью астероидов Солнечной системы: $\rho_{сред} \approx 2{,}0$ г/см ^{3}. Как мы видим, здесь нет противоречий, но эти данные ставят под сомнение гипотезу о том, что 1I/2017 U1 является ядром «мертвой» кометы, которая уже израсходовала все свои летучие вещества – Дамоклоидом, названным так по имени первого представителя этого семейства, астероида (5335) Дамокл. Скорее всего, по своему составу Оумуамуа может быть ближе к самым древним железным астероидам нашей планетной системы спектральных классов D или P. Этот тип объектов характеризируется очень низким альбедо, схожим с отражательной способностью кометных ядер, и красноватым цветом. Подобные объекты богаты углеродом и силикатами, а на их поверхности могут присутствовать области, покрытые водяным льдом. И это важное уточнение, к которому мы еще вернемся.

С фотометрией мы разобрались: да, Оумуамуа объект нетипичный, но не противоречащий физике. Давайте поговорим об астрометрии, которая также поставила много вопросов. Когда крупнейшие наземные оптические телескопы вместе с «Хабблом» увеличили наблюдательную дугу до 80 суток, ученые-баллистики поняли, что в движении 1I/2017 U1 присутствуют неучтенные негравитационные возмущения; проще говоря, объект движется быстрее, чем предсказывают законы небесной механики. Такое поведение свойственно кометам, так как вырывающиеся струи летучих веществ работают как естественные маломощные реактивные двигатели. Более того, с удалением объекта от Солнца неучтенная сила, разгонявшая Оумуамуа, стала уменьшаться, что опять же свойственно поведению комет – меньше температура, следовательно, меньше и кометная активность. Но проблема состоит в том, что у Оумуамуа так и не обнаружилось никаких признаков кометной активности, а для объяснения расхождения в скорости она должна быть такой интенсивности, что стала бы легко заметной. То есть первый межзвездный объект должен был бы выглядеть как очень активная комета.

Высказывались интересные предположения, что объект может быть огромным айсбергом из водородного льда, который сформировался из межзвездного молекулярного облака. Его

сублимация под воздействием солнечного излучения могла обеспечить негравитационные возмущения, но сильно усложнила бы обнаружение объекта с Земли, так как наша атмосфера блокирует излучение на этих длинах волн (вспомните историю обнаружения водородной оболочки комет). Но детальное изучение объекта осуществлялось не только с Земли, но и из космоса, как «Хаббл», так и космическим инфракрасным телескопом «Спитцер». После публикации этой теории другой группой ученых было показано, что подобный гипотетический объект не обладает необходимым временем жизни и должен был бы сформироваться вблизи Солнечной системы. В общем, Оумуамуа оставил после себя больше загадок, чем дал нам новой информации. И эти вопросы пока остаются без ответа.

Понять, что это все же был за объект, без прямого наблюдения с близкого расстояния невозможно, поэтому несколько групп ученых предложили варианты космических миссий преследования. Безусловно большинство подобных идей останутся лишь научными статьями в журналах, но все же мне кажется, что о них стоит рассказать. Для примера возьмем гипотетическую миссию «Проект Лира». Для ее реализации предлагается выполнить гравитационный маневр у Юпитера с последующим разгоном космического аппарата при сверхтесном сближении с Солнцем до 2,1 миллиона километров. Это в пять раз ближе, чем расстояние, на которое к нашей звезде приближался нынешний рекордсмен – солнечный зонд «Паркер». И даже если бы эту сверхсложную задачу удалось решить, догнав Оумуамуа, научный зонд обладал бы настолько высокой относительной скоростью, что изучение крохотного космического объекта, затерянного в космосе, было бы, мягко говоря, сильно затруднено. А исходя из наблюдательной дуги менее трех месяцев и до конца не понятой природы возмущений в движении 1I/2017 U1 такой перехват выглядит попросту невозможным.

Более рациональный проект предложили Европейское и Японское космические агентства: аппарат «Кометный перехватчик» (Comet Interceptor) будет загодя выведен в точку Лагранжа L_2 системы Солнце—Земля и станет ждать своего часа. Как только астрономы обнаружат новый сверхинтересный объект, не обязательно межзвездного происхождения, то направят «перехватчик» к цели. Уже в момент завершения работы над рукописью этой книги, 15 декабря 2022 года, появилась информация, что ЕКА подписало контракт с итальянским подразделением европейской космической компании OHB на создание космических аппаратов Comet Interceptor. В его рамках будет создан один основной космический аппарат-носитель («А»)

и один дополнительный зонд («B1»). Второй зонд «B2» будет построен Японским космическим агентством. «Кометный перехватчик» планируется запустить в космос в качестве попутной полезной нагрузки вместе с космическим телескопом Ariel, старт которого намечен на 2029 год. После чего космический аппарат отправится к месту своего дежурства. Когда цель будет обнаружена, «Кометный перехватчик» сблизится с ней и, разделившись, основной космический аппарат и два зонда совершат пролет примерно в тысяче километров от объекта, исследуя его с трех разных направлений.

Еще одним вариантом выделенной миссии является проект NASA Bridge, оснащенный, помимо научных приборов, импактором, применявшемся ранее в ходе космических миссий Deep Impact и DART. Отличие в сценарии этой миссии состоит в том, что космический аппарат в полной готовности должен находиться на Земле и будет оперативно запущен в космос лишь после обнаружения подходящей цели.

Итак, первый межзвездный объект улетел, но менее чем через два года астрономов ждала новая, не менее интригующая находка.

Ученые на протяжении десятилетий до первого открытия межзвездной кометы давали свои оценки популяции подобных объектов в окрестностях Солнца. В конце 1980-х годов считалось, что в кубе со стороной в один парсек должно находиться до 10^{13} межзвездных комет. Возможности обзорных телескопов росли, как и их количество, но ни одну комету из другой планетной системы не удавалось обнаружить. В начале 2010-х годов оценка была пересмотрена. Теперь астрономы стали считать, что таких объектов минимум в тысячу раз меньше, то есть десять миллиардов или 10^{10}. Звездное небо постоянно сканировали уже несколько телескопов с диаметром главного зеркала более полутора метров – и опять ничего. Стали появляться новые оценки – количество «ближних» межзвездных комет сократили до 10^5–10^{10}. Но все же гипотетический размер их популяции оставался еще относительно велик, и открытия непременно должны были совершаться! И, как мы уже знаем, в 2017 году это наконец-то произошло, правда, в тот раз была открыта не комета. А первая межзвездная комета все еще ждала своего часа и была обнаружена теплой крымской ночью с 29 на 30 августа 2019 года российским астрономом Геннадием Борисовым, что очень приятно.

В отличие от Оумуамуа, в природе нового объекта не было никаких сомнений – это первая самая настоящая межзвездная комета! Спустя 11 дней после открытия, что немало, астрономов

снова «смущал» эксцентриситет объекта. Открытие было официально подтверждено циркуляром, и новая комета получила «обычное» обозначение C/2019 Q4 (Borisov). А уже 24 сентября Международный астрономический союз (IAU) выпустил новый циркуляр, в котором говорилось о переименовании кометы C/2019 Q4 (Borisov) во второй межзвездный объект – 2I/Borisov. Важно, что это «межзвездное» открытие, в отличие от прошлого раза, было сделано до сближения объекта с Солнцем и еще оставались месяцы на детальное исследование этой потрясающей находки. Еще один важный момент – комета Борисова уже после своего открытия была найдена на снимках «Фабрики транзиентов Цвикки» (ZTF)[93], датированных 13 декабря 2018 года, когда она находилась на расстоянии около 8 астрономических единиц от Солнца!

Давайте поговорим об орбите новой кометы. Большой эксцентриситет Оумуамуа, который так озадачил ученых в 2017 году, не шел ни в какое сравнение с тем, которым обладала первая межзвездная комета e = 3,356. Превышение практически в три раза! Скорость кометы на расстоянии в 200 астрономических единиц от Солнца составляла рекордные 30,7 километра в секунду! Для Оумуамуа этот показатель равен 26,3 километра в секунду, а для моей первой кометы C/2010 X1 (Elenin), эксцентриситет которой лишь незначительно превышал единицу, эта скорость составляла всего 3 километра в секунду. Разница, как говорится, налицо.

Геннадий Борисов обнаружил свой объект вдали от солнечного апекса, где как раз и был найден 1I/2017 U1, что смутило ученых. Долгое время считалось, что межзвездные объекты будут иметь анизотропную кластеризацию, как короткопериодические или долгопериодические кометы из пояса Койпера. Многие из них обладают небольшим наклонением орбиты вследствие орбитальной эволюции или места своего формирования. То есть они обнаруживаются в достаточно узкой полосе небесной сферы вблизи эклиптики. Динамически новые кометы из облака Оорта, напротив, изотропны – они могут появиться из любой точки на небесной сфере, и этим они более опасны. Вот и комета Борисова вылетела там, где никто не ждал открыть первую межзвездную странницу. Но раз есть вопрос – нужно искать и научный ответ на него. И он был найден. Численное моделирование орбит подобных объектов показало, что изотропные свойства могут иметь очень старые объекты с экстремально большим эксцентриситетом, путешествующие по Вселенной много дольше Оумуамуа. Таких странников можно ждать откуда угодно.

Примерная точка вхождения кометы 2I/Borisov в Солнечную систему находится в созвездии Кассиопея, недалеко от границы с Персеем.

И это направление говорит о том, что комета была рождена в далекой планетной системе, скорее находящейся в галактическом диске[94], чем в гало[95]. Но ответ на главный вопрос – время путешествия, нам неизвестен, этот параметр еще более неопределенный, чем в случае с 1I/2017 U1. Мы можем строить лишь призрачные предположения о том, какая из планетных систем была домом кометы 2I/Borisov. В качестве претендентов указывают HIP 16242 (Ross 573), HIP 24344 (HD 34327) и HIP 118281 (GJ 4384). Сближение с Солнцем до двух астрономических единиц, состоявшееся 8 декабря 2019 года, еще сильнее разогнало межзвездного странника и направило его прочь из нашей системы в направлении созвездия Телескоп.

Давайте вернемся к самой комете. Как только стало понятно ее происхождение, телескопы по всему миру и даже находящиеся вне Земли стали усиленно изучать гостя из далекой-далекой планетной системы. На первый взгляд, химический состав межзвездной кометы несильно отличался от усредненной композиции динамически новых долгопериодических комет Солнечной системы. В нем также присутствовал циан, который в начале XX века был впервые обнаружен у кометы Галлея. В спектре кометы Борисова был найден и атомарный кислород, что может говорить об испарении воды с производительностью, аналогичной известным «местным» кометам. Но при более детальном анализе наблюдений, выполненных не только оптическими телескопами, начали вырисовываться и различия. К примеру, комета Борисова оказалась необычно богата монооксидом углерода, угарным газом (CO), что сильно выделяло ее на фоне большинства комет Солнечной системы. Наиболее близка к ней по этому показателю достаточно редкая «голубая» комета C/2016 R2 (PANSTARRS), цвет которой как раз и обуславливается избытком CO. Это редкий тип комет для нашей системы – по текущим оценкам, они составляют не более 4 % от общего числа всех изученных образцов. К этому же типу относятся кометы C/1908 R1 (Morehouse) и C/1961 R1 (Humason).

Помимо изучения газовой оболочки межзвездной кометы, предпринимались вполне удачные попытки исследования ее ядра, в том числе с привлечением космического телескопа «Хаббл». Полученные данные позволили оценить диаметр ядра в 600–800 метров. Кроме того, удалось с высокой точностью определить период его обращения вокруг своей оси, что бывает нечасто, ведь, как мы помним, само ядро закрыто от нас газово-пылевой

оболочкой. Более того, ученые с приемлемой точностью смогли рассчитать даже ориентацию оси вращения. Кривая блеска кометных ядер, а точнее, псевдоядра, ведь само ядро окружено плотной атмосферой, всегда сглажена – нет явно выраженных максимумов и минимумов, но все же иногда удается определить основные параметры вращения. По фотометрическим измерениям, полученным 23–25 декабря 2019 года, ученые установили период вращения P = 10,67 часа. При этом амплитуда кривой блеска составила всего 0,05 звездной величины. Сравните с амплитудой в 1,8 ^{m} для Оумуамуа!

Стоит отметить, что астрономы не утверждают, что реальный период вращения не может быть «полупериодом» найденного значения, то есть P = 5,34 часа. Такое решение тоже возможно. Очень часто при определении этого параметра даже для обычных астероидов можно ошибиться, так как оба решения выглядят «правильными». Но в случае со среднестатистическим астероидом, форму которого можно грубо аппроксимировать эллипсоидом, на фазовой кривой блеска мы должны увидеть два минимума и один максимум. Еще раз представьте себе вытянутый камень, который вы вращаете в руках, где большей площади соответствует и больший блеск. При фотометрии псевдоядра активной кометы мы вполне можем иметь верное решение с одним максимумом и минимумом, отсюда и возможное расхождение оценок.

Определение ориентации вращения показало, что джеты протяженностью 2–3 тысячи километров, вырывающиеся из ядра кометы, локализованы как раз в околополярной области, при этом они достаточно стабильны: их геометрия существенно не поменялась на протяжении 70 часов наблюдений. Напомню, что для получения этих данных необходимо было добиться сверхвысокого разрешения изображения в 0,04 угловой секунды на пиксель; под таким углом виден торец листа книги, которую вы сейчас держите в руках, при наблюдении с расстояния в полкилометра!

21 декабря комета Борисова подошла на минимальное расстояние к Земле (1,937 астрономической единицы), достигнув максимума блеска, превысившего 15^{m}, после чего ее блеск стал стремительно падать. С 4 по 9 марта начали появляться многочисленные сообщения об оптических вспышках, достигающих амплитуды в 0,7^{m}. 23 марта на комету Борисова вновь навели космический телескоп «Хаббл». Полученные изображения не выявили предполагаемого разделения или разрушения ядра, которое могло бы вызвать зафиксированные вспышки. Наблюдения были повторены 28 марта – и вновь

ничего. Ученых ждал сюрприз лишь 30-го числа – на новых кадрах были отчетливо видны два компонента, разошедшиеся на 230 километров. Астрономы вернулись к кадрам предыдущего наблюдения и, аккуратно сложив их воедино с учетом собственного движения кометы, увидели, что на тот момент псевдоядро уже было слегка «вытянутым», что как раз и может служить первым признаком разделения ядра. Время на следующую наблюдательную заявку под номером GO 16044 было выделено 3 апреля, и международная команда ученых ждала его с огромным волнением. Что же происходит с кометой?

А комета, несмотря на разные предположения о ее незавидной судьбе, продолжала здравствовать. Ее второй компонент снова был невидим – скорее всего, он полностью распался при достижении критической скорости вращения. Лишь в юго-западном направлении от ядра был хорошо заметен шлейф выброса вещества, по всей видимости, спровоцированного отделением небольшого фрагмента ядра. Дальнейшие расчеты показали, что этот «осколок» был действительно небольшим: астрономы предполагают, что его масса составляла порядка 120 тысяч тонн или ~0,6 % общей массы кометного ядра, а диаметр не превышал 8–10 метров. Так что путешествие сквозь Солнечную систему не уничтожило этот реликтовый объект и он продолжил свой полет.

Когда я пишу эти строки, с момента открытия кометы Борисова прошло ровно три года, и она до сих пор остается единственной известной межзвездной кометой. Когда же ждать новых открытий? Я думаю, что в этом нам поможет строящийся уже более десяти лет 8,4-метровый обзорный телескоп «Симони»[96] обсерватории «Вера Ру́бин»[97], ранее известный как LSST[98]. И вот почему. Этот телескоп сможет покрывать всю доступную ему область небесной сферы, а это примерно 18 тысяч квадратных градусов, с проницанием до 24–24,5-й звездной величины, за трое суток! Исключение составят околополярные области и зоны вблизи галактического экватора, где плотность звезд максимальна. Синоптический, то есть универсальный обзор будет работать сразу по большому числу научных направлений, таких как исследование темной энергии и материи (скрытой массы), поиск малых тел Солнечной системы, в том числе и сближающихся с Землей, детектирование оптических транзиентов (вспышки внегалактических сверхновых звезд, катаклизмических переменных звезд[99] Галактики и оптические послесвечения «сиротских» гамма-всплесков[100]), а также обнаружение межзвездных объектов, которое должно выйти на качественно новый уровень. Приведу расчеты ученых, основанные на

компьютерном моделировании.

Астрономы планируют открывать от 9 до 19 межзвездных объектов в год, на дистанции до 1,5 а. е. от Земли, с эксцентриситетом орбиты $e < 5$ и скорости до 70 км/с (на расстоянии в 200 а. е. от Солнца), что более чем вдвое превышает скорость кометы Борисова (30,7 км/с). Причем около трети из этих объектов могут стать целью для космических миссий, о которых мы уже говорили. Ограничения умеренные: дистанция перехвата до 1 а. е. и скорость сближения до 55 км/с. А это уже достаточно оптимистичный прогноз, дающий надежду, что за десять лет поисковой работы, которая по планам (к сожалению, неоднократно сдвигавшимся) должна начаться в середине 2024 года, будут открыты свыше сотни новых межзвездных странников и хотя бы один из них будет детально исследован с помощью космических миссий Comet Interceptor и Bridge. Сейчас все мы стоим у истоков изучения подобных объектов – крохотных осколков далеких неизведанных миров, и это чертовски волнующе!

VII. Как открыть комету?

Мы уже многое узнали о кометах: их происхождении, строении и составе, о том, откуда они прилетают и как их на протяжении многих веков изучали астрономы. Пришло время перейти к более прикладному и популярному вопросу, который, как я думаю, многие из вас не раз себе задавали – как же открыть комету? Возможно ли это сделать своими силами или это удел лишь профессиональных астрономов и больших телескопов? В следующей главе, когда мы будем говорить о нескольких самых известных открывателях комет, вы познакомитесь как с профессионалами, так и с любителями, которые осуществили свою давнюю мечту – открыть комету! Поэтому мой ответ: да! Это возможно и по сей день, хотя, конечно, сейчас сделать подобное открытие намного сложнее, чем еще несколько десятков лет назад, не говоря уже о второй половине XVIII, XIX и начале XX века, когда совершались самые странные и «веселые» открытия комет, о которых я еще расскажу. Сейчас это труд и, безусловно, удача. Я называю это «закономерной случайностью» – то есть тем, что происходит пусть и по прихоти судьбы, но она дает шанс лишь целеустремленным и старательным. Возможно, странно слышать такое от ученого-астронома, но по смыслу это верно. Это верно и по законам царицы наук – математики и ее раздела – математической статистики. Если много работать, то вам обязательно повезет. А теперь давайте перейдем к практике.

Сразу скажу, что эта глава адресована во многом именно астрономам-любителям, а не профессиональным наблюдателям, хотя те, как мне кажется, тоже могут почерпнуть из нее некоторые полезные знания. Мы будем говорить про поисковые наблюдения, как визуальные, так и фотографические, с использованием любительских телескопов. И начнем с классического визуального поиска, той наблюдательной работы, которую проделывали известнейшие открыватели комет на протяжении нескольких веков.

Визуальный поиск

Как ни странно, но поиск комет намного менее требователен к оборудованию, чем другие виды наблюдений, к примеру изучение переменных звезд или созерцание планет со сверхвысоким увеличением. В этих случаях очень важно, чтобы объект наблюдения все время оставался по центру кадра, то есть ваш телескоп, а точнее, его опорно-поворотное устройство, или попросту «монтировка», должна обеспечивать сносное ведение, компенсируя тем самым суточное вращение Земли и собственное движение объектов Солнечной системы. Для поиска комет часто используют крупные светосильные бинокли на простейшей альт-азимутальной монтировке или даже обычном фотоштативе. Небо будет само плыть перед вашим взором, как будто сканирующим его. Но для начала этот процесс нужно систематизировать.

Любительский телескоп для визуального поиска комет

Обычно для этого небо делят на секторы. У крупных автоматизированных обзоров каждый сектор равен полю зрения телескопа, и это позволяет наглядно видеть, когда конкретное поле было ранее просмотрено. Для визуального поиска небесную сферу можно разделить на крупные секторы и просматривать лишь те, что находятся в околополярных областях и вблизи сумеречного сегмента неба, так называемой области Эверхарта. Почему? Давайте разбираться. Как я писал выше, в наши дни любительский поиск комет осложнен прямой конкуренцией с профессиональными обзорными поисковыми телескопами. Они лучше практически во всем, поэтому любителям, особенно применяющим визуальный метод поиска новых комет, необходимо искать лишь там, где у них есть шанс. Большие

телескопы обычно не могут наблюдать низко над горизонтом, а значит, они вряд ли обнаружат объекты с малой элонгацией, то есть те, что находятся в нескольких десятках градусов от Солнца. Это самая перспективная область и именно здесь в 2018 году, на предрассветном небе, было сделано последнее на данный момент визуальное открытие кометы. И совершил его прославленный первооткрыватель комет Дональд Маххольц, о котором я подробно расскажу в следующей главе.

Сканирование околополярных областей хотя и менее эффективный подход, но тоже может принести открытие. Обзоры заходят сюда нечасто, а у многих телескопов даже стоит ограничение на работу на больших склонениях[101]. Так что чем «выше» вы заберетесь, тем больше шансов открыть комету с высоким наклонением орбиты. С другой стороны, здесь действительно редки появления хвостатых гостей. К примеру, Большая комета 1996 года – C/1996 B2 (Hyakutake), была открыта Юдзи Хякутакэ вблизи «ручки ковша» Большой Медведицы, правда, это произошло еще до эпохи больших обзоров.

В остальном процесс прост, и в наше время нет никаких трудностей с идентификацией замеченного вами диффузного объекта, будь то уже известная комета или объект дальнего космоса – хорошие программы-планетарии есть уже и на смартфонах. Если вам повезло и на том месте, где вы обнаружили кандидата на открытие, ничего не должно быть, то первым делом еще раз все проверьте. Я понимаю, что это будет сложно, но все же мой вам совет – нужно успокоиться и сделать все как надо. Обязательно как можно точнее зарисуйте положение кометы относительно опорных, самых ярких звезд, оцените ее блеск (опять же, по соседним близким по яркости звездам), размер и степень конденсации головы, примерные параметры хвоста (длина и позиционный угол[102]), если, конечно, хвост будет виден. Если вы взялись за дело всерьез, то настоятельно рекомендую прочесть книги по данной теме, которые, если мы говорим о визуальных наблюдениях, не потеряли своей актуальности. К примеру, «Кометы и их наблюдение» (1980) известного исследователя и первооткрывателя комет Клима Ивановича Чурюмова. Задачу же своей книги я вижу в том, чтобы зародить интерес у читателя, не обременяя и не отпугивая его излишними, но, безусловно, важными для подобной работы подробностями. А о том, как оформлять и куда отправлять письмо об открытии, я обязательно расскажу чуть позже.

Самый частый вопрос – какое оборудование необходимо? В принципе при визуальном поиске вы можете использовать любые инструменты, но желательно, чтобы они были светосильными. Да,

человеческий глаз, в отличие от фотоприемника, не способен накапливать сигнал, но короткофокусная оптика даст вам большее поле зрения, а значит, вы сможете просматривать и бóльшие площади небесной сферы. Ваш залог успеха – не проницание, так как здесь вы проигрываете даже коллегам-любителям, наблюдающим с помощью фотокамер, а оперативность – заметить и быстро сообщить о том, на что другим понадобится последующая обработка полученных данных, а значит, и время. Про удачу промолчу – она нужна всем.

При выборе бинокля отдавайте предпочтение инструментам с бóльшим диаметром входного зрачка (апертуры) и меньшим увеличением. Вы не приближаете объекты – вы сканируете бóльшие площади, помните об этом. К примеру, все тот же Юдзи Хякутакэ открыл свою знаменитую комету при помощи монструозного 150-миллиметрового бинокля Fujinon 25×150 – такие, кстати, продаются до сих пор. Еще один легендарный открыватель комет – Дэвид Маххольц долгое время использовал для поиска самодельный бинокуляр с диаметром входного зрачка 127 мм, корпусом из фанеры и весом 56 килограммов! И пусть ваша оптика будет намного легче, но у нее обязательно должно быть крепление для штатива – забудьте про наблюдения с рук! Оптический инструмент в любом случае должен быть надежно закреплен, так, чтобы он испытывал минимальные вибрации, иначе поиск будет просто невозможен.

Выбирая вместо бинокля телескоп (или монокуляр), вы сможете легко нарастить апертуру и проницание, но потеряете в размерах поля зрения. Такие инструменты используются с давних времен и иногда их называют «кометоискателями». Если вы хотите использовать телескоп в основном для поиска, то вполне можете сэко-номить на его монтировке, выбрав альт-азимутальный вариант, правда, такие устройства обычно идут в комплекте с небольшими и самыми простыми оптическими трубами. Отличным вариантом может стать достаточно светосильный (до f/5) и большой по апертуре телескоп на монтировке Добсона[103] с длиннофокусным окуляром – еще один излюбленный инструмент открывателей комет.

Это в идеале, но если у вас уже есть небольшой бинокль или подзорная труба, – попробуйте понаблюдать с ними. Может быть, вы сразу поймете, что это не ваше, и желание открыть комету у вас не такое уж сильное. Я начинал наблюдения с небольшой подзорной трубой «Турист-3» и биноклем БПЦ 20×60, привязанным ремнем к самому обычному фотоштативу. И если вам понравится «гулять» среди звезд и от этого вы будете получать лишь положительные эмоции и заряд сил, вот тогда

пора будет задуматься и над настоящим «кометоискателем». А теперь давайте перейдем к фотографическому поиску.

Фотографический поиск

За этим методом настоящее и уж точно будущее. Практически все любительские открытия десяти последних лет сделаны на фотоаппарат или астрономическую камеру. Да, я согласен, что такой подход не столь романтичен. Это так. Но определите для себя, что для вас важнее – процесс или результат? Если вы ловите энергию Вселенной через окуляр, и я сейчас не шучу, то ваш путь – визуальный поиск. Это своего рода медитация, и это потрясающее чувство. Но если вы хотите сильно увеличить свои шансы на успех – то вам нужно использовать фотографический метод поиска новых комет. Ну и конечно вам никто не запрещает комбинировать их между собой.

Где искать? Да все там же, где и визуально. Вы не сможете конкурировать в проницании, так что ищите там, где не работают обзоры или велик шанс, что они пропустят объект: сумеречный сегмент, околополярные области и вдобавок – Млечный Путь. Почему? Все просто – программные алгоритмы автоматического поиска объектов «сходят с ума» от такого количества звезд. С этим явлением борются, но пока еще полностью не победили. Да, кадры вычитаются, чтобы убрать неподвижные звезды фона, но так как мы наблюдаем через толщу земной неспокойной атмосферы, размер и форма изображений звезд немного меняются. Поэтому на повторном кадре поисковой площадки, снятом через пятнадцать минут, изображения звезд будут немного другими. При их вычитании образуется «бахрома» – мусор, который нужно исключить из вычислений. Объект на одном из снимков может попросту попасть на звезду и его не будет видно, а если звездное поле очень плотное – его изображение наложится на фоновый источник не только на одном кадре. Все это сильно уменьшает коэффициент полезного действия автоматизированных программных комплексов детектирования объектов. Раньше некоторые обзоры просто обходили Млечный Путь, сейчас разрывов уже не делают, но эффективность обнаружения все равно заметно ниже, чем в других областях небесной сферы, – и этим нужно пользоваться!

Если вы наблюдаете с помощью крупного любительского телескопа, позволяющего достичь проницающей силы 19–20 звездной величины, то вам следует обращать внимание на интернет-ресурс, показывающий, где и когда проводились обзорные наблюдения основными поисковыми телескопами. Это так называемая карта покрытия, и находится она по адресу: https://minorplanetcenter.net/iau/SkyCoverage.html. Именно здесь

публикуются все области покрытия основных профессиональных и серьезных любительских обзоров, причем вы сможете отфильтровывать их по проницанию и дате. К примеру, наблюдения в той же области, где прошедшую ночь работал 180-сантиметровый телескоп, имеют мало смысла, скорее всего, вы просто потратите наблюдательное время. Поэтому вам придется подстраиваться и идти на некоторые компромиссы. Если ваше рабочее проницание скромно, то можно не обращать внимания на покрытие, так как я уже описал те области, в которых вы все еще сможете поискать свою удачу.

Поговорим о режиме наблюдений. Исторически, в далекие времена, когда фотопленка была малочувствительна, для поиска новых комет использовались длительные экспозиции, длиной в час и даже больше. Тогда для каждой поисковой площадки, равной полю зрения фотоснимка, получали лишь один кадр и после проявки искали наличие «смазанного» из-за собственного движения объекта. Минус такой техники очевиден. За ночь телескоп обследовал лишь несколько поисковых площадок, при этом сигнал эффективно копился только для далеких объектов Солнечной системы, которые за время экспозиции оставались практически неподвижными, а для близких полезный сигнал распределялся по всему треку, в который вытягивалось изображение объекта, и его общая поверхностная яркость была ниже. Позже стали использовать другой подход – получение нескольких кадров одной площадки, разнесенных по времени. Это могли быть десятки минут, часы и даже сутки. В настоящий момент подавляющее большинство обзорных телескопов работают по схеме, подразумевающей получение трех-четырех кадров с интервалом 15–30 минут. Если у вас короткофокусная оптика и большой масштаб изображения, то этот интервал можно увеличить до часа.

Выбор оборудования здесь еще шире, чем при визуальном поиске. Основные критерии: светосила и апертура. Как раз здесь светосила не только характеризует короткофокусность объектива, а значит, и большее поле зрения, но и дает возможность быстрее накапливать сигнал. Чем короче экспозиция при одинаковом проницании кадра, тем бóльшую область неба вы сможете покрыть за наблюдательную ночь. Для начала вы можете попробовать поиск со старыми светосильными объективами времен СССР и обычным цифровым фотоаппаратом. Имейте в виду, что фокусное расстояние объектива должно быть согласовано. Выбирая светосильный короткофокусный или нормальный объектив, вы получите не только большее поле зрения, но и больший масштаб изображения (количество угловых

секунд, приходящихся на один пиксель изображения), то есть сможете фиксировать лишь протяженные и яркие кометы, конкурируя уже с визуальными наблюдателями. Так что рекомендую выбирать фокусные расстояния от 85–105 миллиметров при пересчете на кадр 36×24 миллиметра, который часто называют «полным кадром».

Любительский телескоп для фотографического поиска комет

Какой фотоприемник выбрать? Им может быть фотоаппарат или специализированная камера. В чем же различия? Я не буду брать во внимание профессиональные астрономические монохромные камеры стоимостью свыше 10 тысяч долларов США,

ограничусь лишь любительскими моделями. Выбирая полнокадровый фотоаппарат, вы получите большее поле зрения и приемлемую цену. К минусам можно отнести низкую квантовую эффективность (процент «пойманных» фотонов к общему числу попавших на пиксель-сенсор), заметное падение проницания из-за наличия цветного фильтра перед матрицей и сильный тепловой шум на длительных выдержках из-за неохлаждаемой конструкции. Используя монохромные любительские камеры с охлаждением, вы получаете многие плюсы профессионального оборудования, но для удержания стоимости можете потерять в размере сенсора, а значит, и поля зрения. Если вы очень хотите найти комету, то используйте полнокадровую монохромную камеру, я думаю, что этот вариант близок к оптимальному.

Следующий шаг – телескоп с фотоприемным устройством. Здесь нужен все тот же «кометоискатель». Короткое фокусное расстояние, максимальная светосила и доступная вам апертура. Оптимально – от 40 сантиметров, но вы можете использовать и более скромные размеры. К примеру, Геннадий Борисов успешно открывал кометы с 190-миллиметровым светосильным телескопом «Генон» (f/1.5). Его последние открытия, о которых мы еще поговорим, сделаны уже с солидным и уникальным 650-миллиметровым телескопом со светосилой f/1.5! Это ультимативный кометоискатель, который драматически повысит ваши шансы на открытие – апофеоз любительского поиска, конкурирующего с небольшими профессиональными обзорными телескопами, ведь обзор «Каталина» использует для своих наблюдений телескоп, апертура которого больше лишь на три сантиметра, а обзорная программа ATLAS – и вовсе полуметровые широкопольные телескопы.

Говоря о фотографическом поиске, нельзя не затронуть его важнейшую составляющую – программное обеспечение. Это может быть как простейшее решение в виде программы для ручного блинкования цифровых кадров, которую в свое время, с еще аналоговыми снимками, использовал Клайд Томбо[104], открывший 18 февраля 1930 года Плутон. Смысл этой процедуры прост – наблюдатель быстро меняет изображения одной поисковой площадки, превращая их в подобие анимации, на которой как раз и обнаруживает движущиеся объекты (программы MaximDL, Astrometrica, IzmCCD). Подобные программы могут быть и бесплатными, но они предполагают много ручной работы. И чем больше ваши кадры по размеру, тем больше объем выполняемой работы, ведь исследовать изображения придется с увеличением, чтобы не пропустить то, что вы ищете.

Более сложное программное обеспечение, которое берет на

себя часть вашей работы и само подготавливает для вас список кандидатов в новые объекты, обычно доступно на коммерческой основе (PinPoint, SkySift, Prism, Tycho). Это позволит вам более оперативно обрабатывать отснятый за наблюдательную ночь материал, что немаловажно. Именно с подобными программами работают и профессиональные обзоры, с той лишь разницей, что у них программное обеспечение свое и часто закрытое. В конце концов, фильтрация отобранных кандидатов сводится к тому, что астроном-наблюдатель решает: реален обнаруженный объект или нет. А это вполне может быть «хитрый» шум или какая-то другая помеха, к примеру высокоэнергетическая космическая частица, которую астрономы называют «космиком», или даже блик от близкой яркой звезды. Да, и это направление тоже бурно развивается и на помощь астрономам приходит глубокое машинное обучение и нейросети, но пока глаз опытного наблюдателя остается наиболее точным инструментом. В такой работе множество нюансов, но это тема уже совсем другой книги или даже скорее учебника. Так что, как мне кажется, для моего обзорного описания этого вполне достаточно. Перейдем к тому, что одинаково важно для любого из рассмотренных методов поиска.

В первую очередь это условия наблюдений, главным из которых является ваше небо над головой. Жители городов, выезжая на отдых к морю или в горы, восхищаются красотой ночного неба, которое выглядит совсем по-другому, чем в городе. Вместо засвеченного серого небосвода перед их взором предстают черные небеса, не испорченные световым загрязнением, искрящиеся мириадами звезд. Под темным горным небом средний человек может видеть несколько тысяч ночных светил и далеких миров. Без наличия хороших условий наблюдений любой поиск, будь то визуальный или фотографический, теряет свою эффективность. Особенно это касается поисковых наблюдений с максимально достижимым проницанием. Но для начала стоит определить параметры условий наблюдений. Известный американский визуальный наблюдатель и ученый, исследователь комет и переменных звезд Джон Бортль ввел шкалу, по которой любой астроном-любитель, обладающий минимальным набором знаний, может оценить темноту и качество своего ночного неба.

Я лишь кратко опишу эту методику, ведь для большинства читателей она сведется к выбору между самыми высшими баллами по шкале Бортля (чем выше балл, тем хуже небо). Итак, если вы можете отчетливо видеть галактику Треугольника (М33), а центральные области Млечного Пути в созвездиях Стрелец и Скорпион настолько ярки, что даже отбрасывают тень, –

поздравляю, вы находитесь под идеально темным небом (1 балл), которое наблюдал очень малый процент жителей Земли. Если вы отчетливо видите структуру Млечного Пути и все еще можете видеть М33 прямым зрением, то это небо 2 баллов. Млечный Путь выглядит размыто, без особых деталей, но вы легко находите на небе туманные пятнышки шаровых скоплений М4 и М5 в Скорпионе и Змее, а также М15 и М22 в Пегасе и Стрельце – над вашей головой небо 3 баллов. 4 баллам соответствует небо, при котором вы все еще видите галактику Треугольника боковым зрением. Можно сказать, что это типичное деревенское небо в достаточной удаленности от крупных городов. Если это не так, но вы видите зодиакальный свет – слабое рассеянное свечение, видимое осенью перед восходом или весной сразу после заката, вызванное рассеянием солнечного света частицами межпланетной пыли вблизи плоскости эклиптики, то ваше небо оценивается в 5 баллов по шкале Бортля. Никогда не видевшие этих столпов света, но все еще различающие бледные очертания звездной реки Млечного Пути в темную ночь, живут под небом 6 баллов. Вот мы постепенно подходим к тому, что видит большинство из нас – типичному небу крупных городов и их пригородов. Вы уже не видите даже призрачных очертаний Млечного Пути, но вам хорошо видны все семь звезд известного астеризма – Ковша Большой Медведицы? Это 7 баллов по Бортлю. Если нет, но вы все еще в состоянии увидеть слабое туманное пятнышко нашей гигантской соседки – галактики Андромеды (М31), то над вами небо 8 баллов. Если не видите и этого, то вы житель мегаполиса с небом 9 баллов, которое, к сожалению, скорее всего, не позволит вам найти новые кометы.

Не стоит сразу расстраиваться, ведь всегда можно попробовать улучшить свои условия наблюдений, перебравшись под более темное небо. Пара часов на автомобиле от Москвы, и вы это сразу почувствуете. Да, такие выезды будут эпизодическими, что тоже не увеличивает ваши шансы на успех, но если желание настолько сильно, то вам придется, как Юдзи Хякутакэ, перебраться под более темный небосвод и уже там искать лучшие места с минимальной засветкой и открытым горизонтом. Если такой возможности нет, то ваш вариант – контроль областей Эверхарта на закате и особенно под утро, на восходе. Ведь именно тогда вы будете осматривать сегмент неба, который только-только стал доступен для наблюдений после соединения с Солнцем. Еще один вариант – использование удаленного телескопа, вашего или арендованного. Это отдельная большая тема, которой я немного коснусь в последней главе книги.

И вот, после долгих скитаний по небу в предрассветных морозных сумерках или сотен часов, проведенных за блинкованием кадров, вы находите то, что так долго искали. Я вас понимаю, это очень волнительно, но мой первый совет – успокойтесь. Чтобы не упустить птицу счастья, нужно просто сделать свое дело четко и быстро, а эмоции будут вам только мешать. Ниже я опишу алгоритм действий по проверке возможного открытия. Давайте привычно начнем с визуального открытия и представим, что вы в поле, у вас с собой телефон, возможно, компьютер и интернет. Это все, что нужно.

Первым делом вы должны аккуратно и максимально точно зарисовать положение странного объекта относительно близких опорных звезд, обязательно подтвердив его движение повторным наблюдением. После чего можете использовать карту неба с экваториальной сеткой координат или – ведь мы живем в XXI веке – программу-планетарий. С ее помощью вы сможете определить экваториальные координаты объекта с достаточно высокой точностью, которая была недоступна визуальным наблюдателям прошлого. Здесь может возникнуть сложность, связанная с тем, что при наблюдениях в сумеречном сегменте вам будет недоставать близких опорных звезд; тогда придется использовать более яркие, но далекие «маяки». Безусловно это снизит точность определения положения. Для таких случаев вам понадобится компьютеризированная монтировка, снабженная датчиками положения. Тогда, если телескоп был верно «привязан» по звездам, никаких проблем не будет, поскольку вы всегда будете знать, куда в данный момент направлен луч зрения. Подобная техника доступна даже для отличных кометоискателей на монтировке Добсона. И пусть у вас не будет возможности управлять наведением телескопа с компьютера, но даже при его механическом передвижении руками умная электроника будет показывать вам верные координаты.

При фотографическом поиске и последующем анализе кадров, записанных в формате простой цифровой фотографии (к примеру, JPEG или HEIC) или же астрономического снимка в профессиональном формате FITS, у которого безусловно есть свои преимущества, необходимо также получить координаты нового объекта. FITS (*англ.* Flexible Image Transport System) – это цифровой формат файлов, используемый для записи, передачи и редактирования научных изображений и их метаданных. Помимо самого изображения – по сути, массива значений яркости каждого пикселя, содержащего обычно 2^{16} или 2^{32} отсчетов или градаций (для обычного фото в формате JPEG этот параметр равен всего 2^8, то есть 256), в FITS-файлах присутствует вся необходимая

информация для их обработки – заголовок (header). Прочитав его, ваша программа обработки будет знать параметры экспозиции, экваториальные координаты центра кадра и еще десятки различных параметров, часть из которых при использовании обычного фото вам придется вводить самому вручную. Если вы используете обычные цифровые снимки, то могу порекомендовать онлайн-сервис Astrometry.net[105], который поможет вам легко «привязать» ваш кадр к экваториальной координатной сетке. Итак, снимки загружены, успешно проведена их компьютерная астрометрическая редукция, то есть на изображение «наложена» сетка координат, и вы получаете точные данные о положении вашей находки.

Если вы используете программу-планетарий, убедитесь, что она позволяет загружать данные о новых кометах и что каталог комет актуален. Предположим, что на месте вашего объекта нет ни известных комет и астероидов, ни звезд и объектов дальнего космоса. Это обнадеживает, но все же я настоятельно рекомендую сделать еще одну «официальную» проверку. Для этого вам необходимо воспользоваться одним из онлайн-сервисов Центра малых планет для идентификации ваших измерений: MPChecker[106] и CMTChecker[107]. Разница между ними в том, что первый пытается отыскать ваш объект в обоих каталогах малых планет Солнечной системы: астероидном и кометном, а второй ищет лишь в каталоге комет. Рекомендую использовать первый вариант, и вот почему. Бывали случаи, когда «новую» комету обнаруживали на том месте, где должен был находиться обычный астероид, но у него почему-то «отрос» хвост. Это могло произойти как из-за реально начавшейся кометной активности редкого класса комет Главного пояса (комета 238P/Read), так и вследствие космического столкновения («комета» 354P/LINEAR) или разрушения объекта из-за вращательной нестабильности («комета» 331P/Gibbs). В любом случае первым зафиксировать подобное явление почетно, и ваше открытие будет иметь заметное научное значение. Второй вариант скорее уже является неким атавизмом. Когда компьютерные мощности были не столь велики, расчет положения малых тел Солнечной системы занимал продолжительное время, и для ускорения этого процесса производился перебор меньшего числа объектов, к примеру только комет или астероидов, сближающихся с Землей. В настоящий момент поисковый запрос по одному положению для всех известных малых тел Солнечной системы занимает всего пару десятков секунд.

В открывшейся форме необходимо ввести дату и всемирное время наблюдений, полученные нами экваториальные

координаты на эпоху J2000, ниже можно установить предел проницания, поисковый радиус, который стоит расширить, если используется визуальная оценка положения найденного объекта на небесной сфере, и код обсерватории. Если его нет, то выбирайте значение «500» – тогда будет использован расчет геоцентрического положения объекта (как будто вы наблюдаете из центра Земли), или же IAU-код ближайшей к вам астрономической обсерватории. Для Москвы это Краснопресненская обсерватория МГУ (код «105») и Звенигородская обсерватория Института астрономии РАН (ИНАСАН, код «102»), для Санкт-Петербурга код Пулковской обсерватории – «84». После расчетов вам будет выведена информация обо всех объектах внутри поискового радиуса с заданными ранее параметрами. Если список пуст – поздравляю, вы еще на один шаг ближе к своей мечте. Самое время подготовить сообщение об открытии!

Когда я в 2010 году открыл свою первую комету, то был к этому абсолютно не готов. Я даже не знал, как правильно оформлять вожделенное письмо об открытии. В ту ночь мне пришлось спешно что-то придумывать самому, так как подсказать мне было попросту некому. Я был первопроходцем среди всех любителей астрономии в нашей стране и уже позже помогал оформить подобное письмо Геннадию Борисову, когда он в 2013 году открыл свою первую комету C/2013 N4 (Borisov). И я буду по-настоящему счастлив, если кому-то из вас пригодится эта инструкция.

Вы можете использовать приведенный ниже шаблон, заменив необходимые данные на свои. Он создан для случая фотографического открытия кометы, но вы легко сможете его трансформировать и для описания визуального открытия.

> [ваше имя, к примеру L. Elenin] ([имя обсерватории]) report about discovery a possible comet [ваше внутреннее обозначение объекта (семь символов), к примеру, E000001]. Object was detected on [на скольких кадрах виден объект] images taken with [апертура телескопа в метрах]-mf/[светосила] [тип телескопа или фотообъектива: reflector, refractor, astrograph, lens] + CCD on [месяц] [дата и время в десятичном формате: полдень десятого числа записывает как 10.5], [год]. The diffuse coma of the new object is about [диаметр комы, в угловых секундах дуги]″, tail length is [длина хвоста, в угловых секундах дуги]″ in PA [позиционный угол в градусах] deg. Astrometric measurements were sent to MPC.

```
2010 UT           R.A. (2000)      Decl.          Mag.       Observer
Dec 10.41707      11 58 06.29 -00 34 20.1       19.5 R       Elenin
    10.43048      11 58 06.68 -00 34 23.2       19.6 R          "
    10.44468      11 58 07.10 -00 34 26.5       19.5 R          "
    10.45881      11 58 07.51 -00 34 29.7       19.5 R          "
```

Во втором блоке данных нужно записать ваши измерения. В качестве примера используются данные об открытии моей первой кометы C/2010 X1 (Elenin): дата и время, экваториальные координаты, блеск и фильтр (для визуальной оценки используйте «V»), фамилия наблюдателя. Это электронное письмо необходимо отправить на почтовый адрес: cbat@iau.org. Помимо телеграммы об открытии, желательно выслать астрометрические измерения в Центр малых планет на электронный адрес obs@cfa.harvard.edu с пометкой о возможном открытии новой кометы (тема письма «New Comet»). К сожалению, описание этого формата и его заголовка, вкупе с новым форматом ADES – громоздко, и я решил вынести его за пределы этой книги. Более детально с ним, а также с другими техническими вопросами, вы можете ознакомиться самостоятельно по адресу: https://minorplanetcenter.net/iau/info/Astrometry.html.

Письма отправлены, и остается лишь ждать. Если вы отослали свои измерения в Центр малых планет, то сможете в реальном времени наблюдать, как ваш объект подтверждают обсерватории по всему миру. Здесь кроется еще один важный нюанс. С увеличением измерений и наблюдательной дуги орбита новой кометы будет уточняться, и не исключена возможность, что вашу находку смогут отождествить с возвращением давно не наблюдавшейся кометы. Тогда ваше открытие превратится в переоткрытие, что тоже полезно и важно, но, конечно, не так престижно. Но если этого не произошло, то через несколько суток будет опубликован долгожданный циркуляр, который официально возвестит об открытии кометы, названной вашим именем. Мечта осуществилась, поздравляю! Это отличное достижение, ведь на сегодняшний день общее число открывателей комет значительно уступает числу людей, побывавших в космосе. На весну 2022 года за линией Ка́рмана[108] побывало 587 землян, а открывателями комет за все время исторических наблюдений пока стали лишь 465 человек. Добро пожаловать в клуб!

В заключение хочу рассказать о текущих правилах именования комет, которые необходимо знать для исключения возможных недопониманий. Итак, комета будет носить ваше имя, если и само малое тело Солнечной системы, и его кометную активность открыли именно вы. Бывает так, к примеру, как это случилось со мной и одной из моих комет, когда один человек

открывает сам объект, не понимая, что это комета из-за ее малой активности, а второй находит кометную активность уже известного «астероида», открытого кем-то другим. В этом случае комета получит двойное название. Двойное или даже тройное название получают кометы, открытые независимо несколькими наблюдателями. Независимым открытие считается, если сообщение о нем получено до момента публикации новой кометы на странице подтверждения Центра малых планет[109] (Possible Comet Confirmation Page, PCCP). В противном случае ваши измерения будут считаться лишь независимым подтверждением. Хотя уже давно не было прецедентов независимого обнаружения кометы более чем тремя первооткрывателями, но нужно рассказать и об этом варианте. В подобном случае комета получает некое обобщенное имя, к примеру: комета Затмения или Большая Южная комета.

Вот и все. Если при чтении этой главы вам показалось все запутанным и сложным, то уверяю вас, что стоит только заболеть кометами и сделать свои первые шаги, как эта тема увлечет вас, и через непродолжительное время все встанет на свои места. В далеком 1997 году открытие кометы казалось мне абсолютно несбыточной мечтой. Но если идти к своей цели, то невозможного мало. И это не пустые красивые слова. Открыть комету сложно, не буду лукавить, отсюда и такая статистика по первооткрывателям, но чувства, которые вы испытаете при осуществлении своей мечты, вознаградят вас за все. Понимаю, для жителей городов, не имеющих доступа к телескопам, расположенным в местах с хорошим астрономическим небом, эта цель еще более призрачна, но есть один выход, и о нем я уже рассказывал в главе, посвященной околосолнечным кометам. А пока желаю вам мечтать, упорно идти к своей мечте и во что бы то ни стало реализовать ее. Ну и конечно – удачи!

IX. Охотники за кометами

«Le furet des comètes» – именно так одного известного астронома прозвал французский король Людовик XV. Дословно это переводится как «кометный хорек» или, в вольном переводе, более благозвучном для нашего уха, – «охотник за кометами». Первым настоящим охотником стал знаменитый Шарль Мессье, навсегда вписавший свое имя в историю астрономии. Именно он впервые начал систематический поиск комет, и, хотя он все так же полагался на удачу, а в этом деле без нее никак, все же его открытия не были случайными.

В этой главе я расскажу о самых выдающихся открывателях комет, представляющих разные эпохи, использовавших различные инструменты и методы поиска, но объединенных одним – страстью к открытию. Мой рассказ о наших современниках построен на основе интервью, которые все они согласились мне дать. Я хочу посвятить эту главу Дональду Маххольцу, ушедшему из жизни во время моей работы над этой книгой и не успевшему ответить на вопросы. Итак, нас ждет XVIII век…

Шарль Мессье (1730–1817, 13 комет)

Шарль родился 26 июня 1730 года в небольшом городке Бадонвиллер в графстве Зальм Священной Римской империи и прожил долгую и насыщенную жизнь. Он рос в обеспеченной семье, где был десятым ребенком. Юноша получил достойное образование и работу под началом своего старшего брата, возглавившего семью после смерти отца. Работа в аукционном доме привила молодому человеку педантичность, аккуратность и усидчивость, он научился не только красиво писать, но и делать точные графические наброски, что очень пригодится в его будущей научной карьере.

Века сменяют друг друга, но кометы все так же заставляют молодые сердца мечтать. То же, что случилось со многими астрономами, о которых мы уже говорили или еще будем говорить, произошло и с юным Шарлем. В високосный год его четырнадцатилетия по небу летела Великая комета 1744 года. Мальчик забирался на крышу дома и подолгу смотрел на запад – туда, куда совсем недавно погрузилось Солнце и где теперь, подобно гигантскому небесному вееру, сияли все шесть хвостов кометы Шезо. Быстро слезая по лестнице, пока его не заметила матушка, и совсем не боясь упасть, он уже твердо знал, чего хочет достичь.

Комета Шезо

Над Европой бушевали ветра перемен, которые и унесли двадцатиоднолетнего Шарля из его родного городка в столицу –

Париж! По протекции старшего брата молодой человек устраивается в Парижскую Морскую обсерваторию в качестве помощника ее создателя, именитого ученого Жозефа-Николя Делиля[110], недавно вернувшегося из Санкт-Петербурга. В обязанности Мессье входит оформление журнала наблюдений и изготовление копий астрономических карт. Вот тут-то и пригодились его навыки каллиграфии! Помимо этого, молодой Шарль обучается основам астрономии: проведению наблюдений и определению положения объектов на небесной сфере – астрометрии.

Во второй половине 1758 года Мессье занимался поиском кометы Галлея по параметрам орбиты, вычисленным его учителем Делилем. 21 января 1759 года комета была обнаружена, правда, как я уже писал ранее, практически за месяц до этого первым ее переоткрыл Иоганн Георг Палич из Дрездена. К сожалению, орбита Делиля была неверна. Молодой астроном был расстроен, но все же из этих поисковых наблюдений он вынес бесценный опыт, который подтолкнет его к созданию главной и самой известной работы своей жизни.

В ночь на 14 августа 1758 года сердце Шарля колотилось как сумасшедшее – в окуляре рефлектора[111] системы Ньютона, на котором он проводил поиски кометы Галлея, он увидел плотное туманное облачко! Казалось, что работа сделана и вот перед ним первое предсказанное возвращение именитой кометы. Он следил за объектом несколько часов, чтобы удостовериться, что тот перемещается по небу. Да, он двигался, но оказался совсем другой, новой кометой, которую 26 мая этого же года открыл Жан-Батист де ла Ню (впоследствии эта комета получила обозначение C/1758 K1). Спустя две недели, наблюдая эту же комету, Мессье замечает новый туманный объект. На протяжении следующих двух недель он пристально следит за ним, но тот остается недвижим на фоне звезд. Мессье делает заключение, что это не комета, а туманность. Ему в голову приходит идея – раз кометы можно легко перепутать с подобными туманными объектами, то, чтобы не терять времени на проверку собственного движения нового объекта, нужно составить каталог таких «двойников». И первым объектом нового каталога становится объект M1, который Мессье открыл 28 августа 1758 года и который сейчас мы знаем как Крабовидную туманность – остаток сверхновой звезды 1054 года.

Он чувствует, что его детская мечта становится все ближе, и интенсифицирует поиски. 8 января 1760 года Шарль в очередной раз становится одним из неофициальных сооткрывателей Великой кометы 1760 года, так как его наблюдения снова не были

вовремя опубликованы учителем Делилем. Мечте Мессье будет суждено сбыться совсем скоро – 26 января того же года, когда он откроет первую комету, названную его именем – C/1760 B1 (Messier). В ту ночь Шарль осматривал небо в крохотный телескоп, пока на границе созвездий Чаша и Гидра не обнаружил туманное пятнышко. Взлетев по лестнице в обсерваторию, он навел на этот объект более солидный поисковый рефлектор,, и перед ним предстала комета, которая уже в феврале станет видна невооруженным глазом. Это была победа!

Впереди Шарля ждал звездный час и заслуженный успех. В 1765 году его пожилой учитель отошел от дел, и в период с 1763 по 1771 год все восемь комет, наблюдавшихся астрономами, были открыты Шарлем Мессье! 8 августа 1769 года он открывает свою самую знаменитую комету – Великую комету 1769 года (C/1769 P1). Через месяц его находка блистает во всей красе – ее почти стоградусный, прямой, как меч, хвост заинтересовывает даже короля Франции Людовика XV, для которого Мессье лично рисует карту неба, отображая на ней путь своей кометы. Под знаком этой кометы на Корсике рождается Наполеон Бонапарт, от которого через 37 лет, в 1806 году, Шарль Мессье примет орден Почетного легиона.

Его следующая комета не носит имя Мессье, но также интересна. D/1770 L1 (Lexell) была открыта Шарлем 14 июня 1770 года. В то время считалось, что кометы движутся по орбитам, близким к параболе. Российский астроном финско-шведского происхождения – Андрей Иванович Лексель – первым предположил, что эта находка является кометой на эллиптической орбите, определил период ее обращения и рассчитал параметры тесного сближения с нашей планетой. 1 июля 1770 года новая комета прошла всего в 2,26 миллиона километров от Земли, и этот рекорд держится до сих пор! Кроме того, это была первая открытая короткопериодическая комета семейства Юпитера и первая официально «потерянная» комета – обратите внимание на префикс «D». В 1779 году она прошла вблизи Юпитера и более не наблюдалась. Современные исследования и расчеты говорят о том, что эта комета с 95 % вероятностью не была выброшена из Солнечной системы и, скорее всего, все еще обращается вокруг Солнца. Вполне возможно, что комета перестала быть активной, и сейчас мы наблюдаем ее, но уже как «астероид». Есть большая вероятность того, что астероид (529668) 2010 JL33 и есть потерянная комета Лекселя, но точно сказать об этом невозможно, по крайней мере, пока мы не сможем исследовать его физические свойства напрямую.

В 1771 году Мессье публикует первую редакцию своего

каталога, содержащего 45 объектов дальнего космоса. Вторая (68 объектов) и третья (103 объекта) редакции выходят в 1780 и 1781 годах. Великая французская революция возвестила о начале нового этапа жизни Мессье, где были свои взлеты и падения. Он принял новый мир, даже несмотря на то, что в 1794 году был казнен его близкий друг и коллега – Жан де Сарон. Именно этот человек рассчитывал орбиты всех открытых Мессье комет. Последнюю комету, носящую его имя, C/1798 G1 (Messier), он откроет в апреле 1798 года, а в 1801 году станет одним из четырех сооткрывателей кометы C/1801 N1 (Pons), которая теперь носит имя лишь одного первооткрывателя. Последней кометой, которую он увидит, станет Великая комета 1807 года, после чего его здоровье начнет быстро ухудшаться. На небе сияла новая Великая комета 1811 года, которая была видна невооруженным глазом в течение 260 дней, но уже не для него, так как старый астроном практически ослеп, а с 1812 года был еще и частично парализован. Шарль Мессье, первый охотник за кометами, умер 11 апреля 1817 года в возрасте 86 лет. В официальной прощальной речи на его похоронах было сказано: «Он не написал ни одной книги, ни одного трактата, общего или частного, но его наблюдения еще долгое время будут оставаться в сокровищнице Академии. Его знаменитый коллега Лаланд создал в его честь созвездие, единственное, носящее имя астронома[112]. Оно будет хранить память о нем, но имя его навечно останется в науке независимо от этого дружеского чествования: оно останется вписанным в каталог комет, куда входит настолько же часто, насколько и обоснованно».

Жан-Луи Понс (1761–1831, 37 комет)

Хотя Шарль Мессье стал первым «задокументированным» охотником за кометами, пальма первенства по количеству комет, открытых визуально, принадлежит другому прославленному французскому астроному. Жан-Луи Понс родился 24 декабря 1761 года в небольшом городке Пейр, затерянном среди альпийских гор в области Дофине (ныне Верхние Альпы). История не сохранила имен его родителей, мы знаем лишь, что он был рожден в небогатой семье и получил только начальное образование. На этом подробности его детства и юношества теряются, и перед нами предстает уже зрелый мужчина в возрасте 27 лет.

В 1789 году Жан-Луи устраивается сторожем или, как официально называлась его должность, – «хранителем дверей» в Марсельскую обсерваторию[113]. Задатки ученого, такие как любознательность и прилежание, были замечены тогдашним директором обсерватории Жан-Жаком де Сильвабэллом, и консьерж начинает делать свои первые шаги в наблюдательной астрономии. И чем дольше он наблюдает, тем все заметнее становится его особенность – потрясающая фотографическая память, позволяющая запоминать очертания звездных полей и быстро выявлять то, чего там быть не должно. Помимо самих наблюдений, он увлекся оптикой, создав за несколько лет собственный телескоп «Великий искатель» (Grand Chercheur), отлично подходящий для поиска комет. Мы точно не знаем, была ли у него цель открыть комету и какая из виденных им небесных странниц зажгла эту мечту, но судя по тому, что он создал именно поисковый широкоугольный инструмент с полем зрения порядка трех градусов, то нацеливался именно на эту задачу. Могу предположить: весьма вероятно, что его старший соотечественник Шарль Мессье и стал тем человеком, который вдохновил молодого Жан-Луи на открытия. Итак, у Понса были все шансы стать прославленным ловцом комет, и он планомерно двигался в этом направлении.

Незримая связь этих двух наблюдателей проявилась в 1801 году, когда в ночь на 11 июля мечта молодого человека осуществилась – он открыл свою первую комету! Независимо от него эту же комету открыл и уже пожилой Мессье. Для него она стала последней. Кроме них к открывателям этой кометы относят еще двух наблюдателей – Пьера Мешена[114] и Алексиса Бувара[115]. Комета шестой звездной величины была обнаружена в околополярной области, в созвездии Жираф, всего в 15 градусах

от Полярной звезды. Но это было лишь началом славного пути!

Его вторая комета мистическим образом завершит список открытий другого прославленного астронома – Мешена. Наступала эпоха Понса. С 1801 по 1827 год не было практически ни одного года, чтобы тот не отметился открытием новым кометы. За этот период он запишет на свой счет три четверти всех открытых комет, а в 1808 году установит абсолютный рекорд: пять открытий всего за восемь месяцев! В 1813 году Жан-Луи наконец-то получает должность помощника астронома в Марсельской обсерватории.

Так уж вышло, что самые известные кометы, открытые им, не носят его имени. Расскажу о них поподробнее. 23 февраля 1818 года, сразу после заката, Понс обнаруживает в созвездии Кит новую тусклую, ничем не примечательную комету. Ее переоткроют дважды. Первый раз в 1873 году это сделают французский астроном Жером Коджа и немецкий – Фридрих Виннеке. Причем Жером обнаружит комету из того же места, где она и была открыта 55 лет назад – Марсельской обсерватории. Второй раз комету обнаружит южноафриканский астроном Александр Форбс уже в XX веке. Это случится 19 ноября 1928 года. На этот раз длительные наблюдения кометы позволят британскому астроному Эндрю Кроммелину[116] связать все части мозаики воедино: кометы, наблюдавшиеся в 1818, 1873 и 1928 годах, – это одно и то же небесное тело, возвращающееся к Солнцу каждые 28 лет. По правде говоря, подобные предположения уже высказывались после первого переоткрытия 1873 года, но тогда говорить об этом с уверенностью не давала плохо определенная кометная орбита из-за ее малой наблюдательной дуги. В 1948 году, уже после смерти ученого, комету Понса – Коджа – Виннеке переименуют в честь астронома, связавшего воедино все ее зарегистрированные появления – 27P/ Crommelin. В 1956 году астрономы впервые ждали возвращения этой кометы, и она была успешно обнаружена. Далее последовали перигелии 1984 и 2011 годов, в последнем из которых эту комету, открытую великим Понсом 193 года назад, наблюдал и я. Вот такая связь времен. Но давайте вернемся в 1818 год…

Спустя девять месяцев в сети Понса попадет вторая из открытых на тот момент короткопериодических комет. По сути, это не будет открытием новой кометы, а лишь переоткрытием уже давно известного небесного тела, причем именно эту комету сам Понс уже открывал в 1805 году! Немецкий астроном и математик Иоганн Энке поймет это первым, сложив воедино наблюдения 1775, 1786, 1795 и 1805 годов. Именно поэтому, безусловно заслуженно, данное небесное тело известно как комета Энке (2P/

Encke). Этот космический странник и по сей день обладает одним из самых коротких периодов обращения вокруг Солнца – всего 1204 дня (3,3 года); он стал родоначальником нового семейства комет, названного в его честь.

В 1819 году Понс занимает должность директора итальянской обсерватории Королевского парка Марлии (Лукка, Тоскана), а уже в 1825 году, после получения серебряной медали Королевского астрономического общества[117], он по приглашению великого герцога Тосканского Леопольда II становится директором Флорентийской обсерватории[118]. Здесь Понс совершает свои последние семь открытий и заканчивает эту славную летопись обнаружением кометы C/1827 P1 (Pons). Понс трижды удостаивается премии Лаланда[119] в 1818, 1820 и 1827 годах за открытие комет. Как и у Шарля Мессье, с 1827 года его зрение начало стремительно ухудшаться, и в 1831 году он вынужден был прекратить наблюдения. В его послужном списке останутся 37 комет, из которых 26 носят его имя. Он не доживет всего пары месяцев до своего семидесятилетия, скончавшись 14 октября 1831 года в своем доме во Флоренции.

Уильям Брэдфилд (1927–2014, 18 комет)

Перенесемся в XX век. Один из величайших визуальных открывателей комет родился 20 июня 1927 года в небольшом, окруженном густыми лесами и полями, новозеландском городке Левин. Детство Уильям провел на огромной ферме своего отца. С юности мальчик интересовался астрономией и техникой, а когда повзрослел, выбрал именно ее. Он поступил на факультет авиационного машиностроения университета Новой Зеландии, но не забросил и увлечение астрономией. Как раз в это время Уильям наблюдает Великую Южную комету 1947 года, о которой мы подробно поговорим в следующей главе.

Уильям Брэдфилд хотел связать свою жизнь с космосом, но даже не представлял, насколько тесной станет эта связь. В 1951 году, окончив университет, Брэдфилд покидает родной остров и отправляется в Австралию, чтобы занять должность научного сотрудника по ракетным двигательным установкам в Исследовательской лаборатории оружейных систем Министерства обороны недалеко от Вумеры. Этот топоним нам уже встречался в книге. Да, да, именно там будет построена одна из оптических станций слежения за космическими спутниками, по сути – обсерватория.

Новый виток увлечения астрономией начинается осенью 1957 года, когда Советский Союз первым в мире успешно запускает искусственный спутник Земли. Этот год в целом станет для Брэдфилда судьбоносным. Он женится на своей коллеге Эйлин, с которой проживет всю свою долгую жизнь. В 1970 году, когда на небе сияет комета Беннетта[120], Уильям вступает в Астрономическое сообщество Южной Австралии (ASSA). Очень часто яркие кометы вдохновляют наблюдателей на собственные открытия. Вот и Уильям, читая рассказ Джона Беннетта о его открытии, задался вопросом – чем он хуже? Сказано – сделано. Брэдфилд шокирует всех покупкой раритетного, столетней давности, 150-миллиметрового рефрактора[121] Петцваля на деревянной альт-азимутальной монтировке, с помощью которого он и намеревается искать новые кометы. 1 января 1971 года Брэдфилд проводит первый поисковый обзор неба…

Свою первую комету C/1972 E1 (Bradfield) 10-й звездной величины он обнаруживает спустя немногим более года – 12 марта 1972-го, на лужайке своего дома в Дернанкуре (пригород Аделаиды). На это ему понадобилось 260 часов наблюдений. Далее открытия польются как из рога изобилия: в 1974-м, по две кометы в 1975, 1976, 1978 и 1979 годах. Причем

комету C/1976 E1 он откроет всего через девять часов поиска после своей предыдущей находки – C/1976 D1! Брэдфилд разработал для себя целую программу поиска новых комет: один-два раза в месяц он старается осматривать все небо, но чаще работает в сумеречной области неба, лежащей в пределах 90 градусов от Солнца. Именно здесь он и открыл большинство своих комет. Увеличивающееся световое загрязнение городов заставляет его выезжать на наблюдения все дальше и дальше. Если первую комету он открыл на заднем дворе своего дома, то позже он станет выбираться за 20 и более километров от города. Брэдфилд даже сконструировал кустарный фотометр, которым он определял уровень фона неба в местах своих наблюдений. Стоит ли упоминать, что свои поиски он проводил исключительно в ясные и темные безлунные ночи?

По одному открытию Брэдфилд совершает в 1980 году (комету он заметил в небольшой бинокль 7×35), в 1984-м (с помощью 250-миллиметрового рефлектора собственной постройки) и в 1987-м. А в 1989 году он открыл комету с наименьшим периодом обращения из всех своих находок – P/1989 A3 (Bradfield), которая вернется к Солнцу в январе 2073 года. Еще две кометы были открыты в 1992 году и одна в 1995-м. После этого наступает длительная, не свойственная для Брэдфилда пауза. Но она вызвана не тем, что 68-летний астроном-любитель отошел от дел. Вовсе нет. Он все так же старается наблюдать каждую подходящую ночь, но с 1998 года в дело вступают крупные обзорно-поисковые телескопы, все больше растет конкуренция с другими ловцами комет, которые начинают широко применять новые для того времени ПЗС-камеры. Эпоха визуальных открытий постепенно уходит, а вместе с ней уходит и время Брэдфилда. Его лебединой песней, в возрасте 76 лет, стало открытие последней кометы – C/2004 F4 (Bradfield). Она же оказалась и самой яркой из всех его 18 комет, достигнув вблизи перигелия, по некоторым оценкам, второй звездной величины. За это открытие прославленный охотник за кометами получил премию Эдгара Вилсона. Восемнадцать комет, носящих лишь его имя, и 3,5 тысячи поисковых часов. Это была славная охота! Уильям Брэдфилд скончался в своем доме 9 июня 2014 года, в возрасте 86 лет, после продолжительной болезни.

Дональд Маххольц (1952–2022, 12 комет)

Будущий известный охотник за кометами, Дональд Маххольц, родился 7 октября 1952 года в портовом городе Портсмуте (штат Виргиния, США) на берегу Атлантического океана. В отличие от большинства ловцов комет, мальчик рано увлекся астрономией – уже в восемь лет он точно знал, кем хочет стать. На тринадцатилетие родители подарили ему простенький 50-миллиметровый рефрактор, с которым он и начал свое путешествие по звездному небу. Спустя четыре года у него появится новый, более серьезный инструмент – 150-миллиметровый длиннофокусный рефлектор Criterion RV-6 Dynascope (f/8). Но в дальнейшем, когда Дональд точно поймет свой интерес в астрономии, он отдаст предпочтение светосильным оптическим инструментам – кометным искателям.

Мне доподлинно неизвестно, послужила ли какая-то яркая комета стимулом, путеводной звездой, приведшей Маххольца к поиску комет. Но я думаю, что ею могла быть Великая комета Веста, распушившая свой великолепный хвост в 1974 году. О ней мы поговорим в следующей главе. Но это лишь моя догадка, поскольку, к большому сожалению, Дональд Маххольц не успел ответить на мои вопросы… Итак, он начал свои поисковые наблюдения в первую ночь Нового года, так же, как и его прославленный визави Уильям Брэдфилд. Правда, сделал он это четырьмя годами позже – в 1975-м. Охота началась!

Первый и, конечно, самый волнительный улов случился более чем через три с половиной года поисков, 12 сентября 1978 года. Дональд проснулся в час ночи, сел в автомобиль и поехал на вершину горы Лома-Приета – его излюбленное место для наблюдений. В его 691-ю поисковую ночь с ним был его самодельный 250-миллиметровый светосильный рефлектор (f/3.8). Маххольц разделил все небо на 68 зон и последовательно просматривал их. В эту ночь по плану был осмотр околополярной области, после чего Маххольц перенавел телескоп южнее. Комета C/1978 R3 (Machholz) 10,5 звездной величины была обнаружена в 5 часов 16 минут утра в созвездии Большой Пес, менее чем в двух градусах от ослепительного Сириуса! Чтобы удостовериться в том, что это комета, он приехал на гору и в следующую ночь. На том месте, где неизвестный объект был вчера, он отсутствовал. Объект сместился относительно звезд фона – это была комета! О своем открытии ранним утром 13 сентября он напишет Брайану Марсдену. На эту находку Дональд потратил порядка 1700 наблюдательных часов.

Примерно столько же он искал свою вторую комету C/1985 K1 (Machholz), и это заняло практически семь лет, а вот путь к третьей и, наверное, самой известной его комете – 96P/Machholz, длился менее года. В мае 1986 года Дональд был занят постройкой нового поискового инструмента – огромного бинокля на альт-азимутальной монтировке, который давал большее поле зрения, чем его главный поисковый инструмент – светосильный рефлектор. И, как это бывало и в моей практике, новый инструмент приносит и новое открытие, как будто Вселенная, видя твои старания, дает шанс. И вот, в ночь на 12 мая Маххольц начал свою 1471 поисковую ночь и совершил открытие уникальной кометы, о которой мы с вами уже говорили в предыдущей главе.

Далее последовало открытие 1988 года: комета C/1988 P1 (Machholz), разрушившаяся при сближении с Солнцем. В начале 1990-х Дон переезжает в Колфакс (Калифорния). Там в 1992 году он открывает две новые кометы: C/1992 F1 (Tanaka-Machholz) и C/1992 N1 (Machholz). В 1993 году он строит свою мини-обсерваторию с откатной крышей и в 1994 году совершает сразу три открытия: C/1994 N1 (Nakamura-Nishimura-Machholz), C/1994 T1 (Machholz) и короткопериодическая комета 141P/Machholz 2, которая снова отличилась коротким периодом обращения вокруг Солнца, а с учетом малого наклонения ее орбиты – еще и частыми сближениями с Землей и Юпитером. А дальше происходит то, что уже случалось с Брэдфилдом, – река открытий пересыхает, становясь робким ручейком. Поиск новой кометы занимает целых 10 лет, и 27 августа 2004 года Дональд Маххольц открывает комету C/2004 Q2 (Machholz), которую пусть и недолго, но можно было наблюдать невооруженным глазом. Причем наблюдениям не мешает Солнце, как это происходит в случае с кометой 96P/Machholz, которая набирает блеск на непродолжительное время лишь вблизи нашей звезды.

Визуальные открытия комет все больше становятся уникальными событиями, но Маххольц не желает переходить на «цифровой» поиск. 58-летний охотник за кометами и оценщик недвижимости в обычной жизни вновь и вновь осматривает небо в поиске новых космических странников. В 2006 году он меняет свой поисковый инструмент – на смену 250-миллиметровому телескопу приходит 470-миллиметровый рефлектор на монтировке Добсона. Маххольц решает увеличить проницание поискового инструмента за счет уменьшения его поля зрения. Одиннадцатую комету Дональд открывает перед самым рассветом 23 марта 2010 года, после 607 часов и шести лет поиска.

7 ноября 2018 года Дональд в несчетный раз откатывает

крышу павильона и снова начинает свой поиск, прильнув к холодному наглазнику 20-миллиметрового окуляра. И вновь перед его взором плывут сотни далеких звезд, и, может быть, где-то там в очередной раз прячется его новая комета? Да, в эту ночь все было именно так. Сканируя полосы неба, Дон продрог и посильнее укутался в теплую одежду. Он растер замерзшие руки и немного сдвинул телескоп, чтобы просканировать новую полоску неба. И снова ему замигали далекие искорки звезд, как будто насмехаясь над ним – сможет ли он увидеть то, что притаилось среди темноты бездонного ночного неба? По радио передавали последние результаты промежуточных выборов, Дон понемногу согрелся и его начало клонить в сон. Но без четверти пять он вздрогнул от того, что в окуляре показался яркий туманный объект, похожий на галактику. Он был самым ярким из тех, что попались ему в эту ночь, и если это все же галактика, то она обязательно найдется в базе данных контроллера его монтировки. Он навел объект в центр и нажал кнопку на пульте. Секунда, и на крохотном красном экранчике показалась надпись: «Объект не найден».

Сердце Дона заколотилось, ведь с момента его последнего открытия прошли долгих восемь с половиной лет и иногда ему уже казалось, что его труд напрасен. Новые открытия уводят из-под носа бездушные автоматизированные обзоры и любители с ПЗС-камерами. С телефона, замерзшими руками, он зашел на сайт японского наблюдателя комет Сейити Есиды[122], который публикует список ярких комет, видимых на текущей неделе, – но там его находки не было. Дональд проверил позицию объекта на сайте Центра малых планет – и опять пусто! Через полчаса предстояла последняя проверка – движется новый объект или нет? Этого времени обычно хватает, чтобы визуально зафиксировать перемещение новой кометы на фоне звезд. Маххольц вновь навел телескоп и убедился, что это все же новая комета! В шесть часов утра он отсылает электронное письмо с описанием своего открытия в Центральное бюро астрономических телеграмм…

11 ноября выходит официальный циркуляр об открытии новой кометы, которой дают редкое в наши дни тройное обозначение C/2018 V1 (Machholz-Fujikawa-Iwamoto). Оказывается, через несколько часов после Маххольца комету независимо друг от друга открыли японские астрономы-любители Сигехиса Фудзикава и Масаюки Ивамото. Оба открытия были сделаны на фотоаппарат. Скорее всего, это чудо могло произойти из-за вспышки кометы, благодаря которой произошел взрывной рост ее блеска. Комета стала двенадцатой и последней для

Дональда Маххольца. Позади были 8400 поисковых часов. Когда я пишу эти строки, комета Маххольца – Фудзикавы – Ивамото остается последней из открытых визуально. Сможет ли кто-то повторить это в будущем? Мне очень хочется верить, что да. Ведь это по-настоящему самый романтичный и сложный путь к подобному открытию.

Печальная весть о смерти Дональда Маххольца от осложнений, вызванных перенесенным COVID-19, пришла 9 августа 2022 года, во время работы именно над этой главой. И мои вопросы навсегда останутся без ответа. Но имя первооткрывателя комет навечно вписано в историю астрономии и будет жить до тех пор, пока жива память нашей цивилизации.

Роберт Макнот (р. 1956, 82 кометы)

Роберт Макнот – безусловный лидер по количеству открытий: на его счету 82 кометы! Это более чем вдвое больше, чем у Жан-Луи Понса, четы Шумейкер и Алекса Гиббса! Потрясающий результат, причины которого мы еще обсудим. И при этом – парадокс! – о нем мало что известно. Я не смог найти даже точной даты и места его рождения, и это в мире глобального интернета! К счастью, задействовав все свои «кометные» контакты, я все же связался с ним и задал свои вопросы.

Итак, Роберт Макнот родился на юго-западе Шотландии, близ городка Аллоуэй на берегу залива Ферт-оф-Клайд в 1956 году (точную дату рождения он предпочел не раскрывать) и детство провел вдали от больших городов. По его воспоминаниям, он нечасто видел звездное небо – в сельских домах топили углем и дым из труб постоянно скрывал небо от глаз. Летом ясные ночи были редки, и свое знакомство со звездами и созвездиями Роберт начал с книги, в которой рассказывалось про космос. В семилетнем возрасте он и его друг получили по книге в подарок за прилежное посещение воскресной школы. Красочные изображения далеких и прекрасных галактик, загадочных комет с длинными причудливыми хвостами в книге, подаренной его другу, пленили будущего охотника за кометами – и ребята обменялись подарками. Роберт подчеркивает, что мечта открыть свою комету появилась у него именно в детстве и именно благодаря книге «Книга Тимоти о космосе» (Timothy's Book of Space). С этого момента он читал все, что касалось астрономии, а для первых наблюдений использовал отцовский бинокль «Цейс» 10×30. На десятилетие ему подарили первый настоящий телескоп – четырехдюймовый рефлектор «Сатурн» Чарльза Франка (Charles Frank «Saturn» 4»), а его первыми целями стали планеты и лунные кратеры. Позже Роберт начинает увлекаться визуальным обнаружением метеоров, следит за серебристыми облаками, в общем, проходит обычный путь юного астронома-любителя.

В 16 лет Роберту на глаза попадается журнал «Гермес» (Hermes), издаваемый Европейским молодежным астрономическим обществом, где рассказывается о ежегодном Международном астрономическом молодежном лагере (IAYC), куда ему удается попасть в 1972 году. В тот раз мероприятие проходило вблизи нидерландской деревушки Хавелте. После окончания школы Макнот поступает на астрономический факультет местного университета, но вскоре решает бросить

обучение из-за неуспеваемости. Он переводится на факультет философии, который успешно оканчивает. И вот наступает переломный момент. Несколько месяцев молодой специалист ищет работу, но душа его все же тянется к космосу. Случайно он находит вакансию на британской станции слежения за искусственными спутниками Земли, которая в то время размещалась на холме близ Шериффс-Ленч (Вустершир, Англия).

На станции были установлены 864- миллиметровые (32 дюйма) камеры Хьюитта с умопомрачительной светосилой f/1. По сути, это аналог советской камеры ВАУ[123], одна из которых до сих пор работает в Звенигородской обсерватории ИНАСАН под Москвой. Изначально эти оптические инструменты были созданы для наблюдения за испытаниями перспективных английских баллистических ракет Blue Streak, которые так и не пошли в серийное производство. В конце 1950-х годов камеры переориентировали на задачи слежения за только что появившимися искусственными спутниками Земли. Постепенно Роберт становится опытным оператором-наблюдателем. В 1982 году две камеры переносят на полигон спутникового лазерного дальномера в Херстмонсе (Восточный Суссекс, Англия), а третью камеру ждет долгий путь на другой континент – в Австралию. Роберт едет вместе с ней и продолжает работу по контролю космического пространства на базе Англо-австралийской обсерватории в Сайдинг-Спринг (Кунабарабран, Австралия).

Там, под темным южным небом, его страсть к астрономии разгорается с новой силой. В свободное от основной работы время он занимается патрулем Новых звезд, снимает кометы и метеоры, фиксирует покрытия звезд астероидами. Параллельно Макнот реализует еще одну несбывшуюся мечту – оканчивает научную школу астрономии и астрофизики Австралийского национального университета (ANU) и становится дипломированным астрономом. Именно тогда он и открывает свою первую комету. Детская мечта сбывается 18 октября 1987 года. На снимках, полученных на фотоаппарат с 85-миллиметровым объективом, Роберт замечает странный диффузный объект, похожий на комету. Эту область неба он снимал на протяжении нескольких дней начиная с 8 октября. Внимательно изучив все полученные фотографии, он находит новый объект и на них. И главное – объект движется! Новая комета получает обозначение $1987b_1$, а позже переименовывается в C/1987 U3 (McNaught). И это единственная комета Макнота, открытая им в качестве любителя.

В 1990 году все три камеры Хьюитта прекращают свои

наблюдения, но Роберт решает остаться в Австралии и принимает приглашение начать работу в формирующейся команде Англо-австралийского обзора астероидов, сближающихся с Землей[124]. Теперь он уже профессиональный охотник за астероидами и кометами. В ходе этого проекта поиск новых объектов проводился на фотопластинках, полученных на 1,24-метровом телескопе системы Шмидта (United Kingdom Schmidt Telescope, UKST), а для подхвата открываемых объектов использовались метровый рефлектор, оснащенный по последнему слову астрономической техники той эпохи – ПЗС-камерой, и полуметровый Уппсальский телескоп системы Шмидта, которому еще предстоит сыграть важнейшую роль в этом рассказе.

За время работы этого обзора неба Макнот открыл 18 околоземных астероидов и 8 комет, включая две короткопериодические: 130P/McNaught-Hughes (1991 год), 262P/McNaught-Russell и 318P/McNaught-Hartley (обе открыты в 1994 году). Помимо изучения только что отснятых фотопластинок, команда обзора занималась и обработкой архивных снимков. Так Роберт делает одно из своих самых удивительных открытий – находит комету C/1978 G2 (McNaught-Tritton), которая появлялась на разрозненных фотопластинках, полученных за период с 1978 по 1980 год. В 1993 году эти данные свяжет воедино именно Макнот; тогда и объявят официально об открытии «новой-старой» кометы. В том же году Роберт упускает возможность открыть одну из самых известных комет XX века: комету, которая получит имя Хейла – Боппа. Уже после ее открытия выяснится, что эта космическая странница попадала на снимки Англо-австралийского обзора 27 апреля 1993 года, более чем за два года до официального обнаружения, но не была замечена. Вот такие превратности судьбы. Достаточно успешно проработав в течение шести лет, программа была закрыта в 1996 году.

В 1995–1998 годах в США под государственным финансированием начинает свою работу обзорная программа поиска и обнаружения астероидов, сближающихся с Землей, которая полностью изменит наши знания о популяции околоземных объектов. Проблема одна – все вводимые в строй телескопы, которые в массе своей были переоборудованными под новые ПЗС-камеры заслуженными инструментами, находились в Северном полушарии Земли, а значит, часть южного неба оставалась неприкрыта. Стив Ларсон, профессор Университета Аризоны, который уже многое сделал для становления обзорных программ Северного полушария, узнает, что полуметровый Уппсальский телескоп обсерватории Сайдинг-Спринг практически

простаивает. Он все еще не переоборудован под использование ПЗС-камер, а запас фотопластинок, которые почти уже перестали выпускать, подходит к концу. Стив договаривается о модернизации телескопа: параболическое главное зеркало с корректирующей пластиной заменяют на сферическое, а в ньютоновском фокусе устанавливается суперсовременная ПЗС-камера на 4096×4096 пикселей. Новая конфигурация позволяет увеличить поле зрения телескопа с 3,8 до 6 градусов. А главное, цифровые кадры, получаемые обновленным телескопом, сразу же готовы для обработки и поиска новых объектов! Телескоп выходит на охоту в том же 1998 году. И как вы уже догадываетесь, его главным наблюдателем становится опытный Макнот. В качестве своего помощника он приглашает австралийского астронома Гордона Гаррэдда[125].

В последующие несколько лет постепенно дорабатывается программное обеспечение, и открытия не заставляют себя ждать. Замечу, что в рамках этой книги я рассказываю лишь об открытии комет. Итак, первая комета C/1999 S2 (McNaught-Watson) нового обзора была открыта 19 сентября 1999 года, а спустя месяц – вторая, но на полную мощность новый и единственный обзор в Южном полушарии Земли выходит лишь к 2005 году. Большая часть южного неба принадлежит Макноту, и он начинает феерию своих открытий! 2005 год: семь комет, в 2006-м он открывает уже девять комет, включая свой бриллиант – Великую комету 2007 года C/2006 P1 (McNaught). О ней я обязательно расскажу в следующей главе. Самым результативным годом для Макнота становится 2011-й – он открывает десять новых комет! Мне особенно приятно, что в этот урожайный для Роберта год и я сумел открыть одну новую комету на южном небе – P/2011 NO1 (Elenin), ставшую для меня второй. Роберт Макнот – единственный астроном, открывший несколько раз по три кометы за одни сутки! Потрясающий результат!

Но все хорошее имеет неприятное свойство заканчиваться, и осенью все того же 2011 года приходят плохие известия – NASA заявляет о прекращении финансирования южного обзора с июля 2012 года. Австралийский национальный университет продолжает финансировать работу еще несколько месяцев, и сам Роберт тоже пытается найти деньги, но безуспешно. 3 января 2013 года Макнот открывает еще одну знаменитую комету C/2013 A1 (Siding Spring), которая имеет все шансы столкнуться с Марсом. В итоге столкновения не случилось и комета прошла мимо Красной планеты 19 октября 2014 года на расстоянии 140 тысяч километров. Спустя всего несколько дней после этого открытия, помимо финансовых проблем, на обсерваторию

обрушилась и другая страшная напасть – сильнейшие лесные пожары. На обсерватории в бушующем огне сгорела часть построек, включая общежитие астрономов. Но Роберт продолжит наблюдения, уже не получая зарплаты, работая на голом энтузиазме. Последняя, 82-я комета C/2013 O3 (McNaught) была обнаружена 24 июля 2013 года, и на ней великая история обзора Сайдинг-Спринг и открытий Макнота завершились. Я думаю, что абсолютный рекорд, установленный этим увлеченным своей работой талантливым наблюдателем и охотником за кометами, если и будет побит, то нескоро, а Роберт Макнот уже навсегда вписал свое имя в историю наблюдательной астрономии.

Геннадий Борисов (р. 26.02.1962, 11 комет)

Пришло время рассказать о самом продуктивном российском охотнике за кометами. Его история поиска началась задолго до моей и все еще продолжается. Так что, вполне возможно, когда вы читаете эти строки, копилка его кометных открытий пополнилась новыми косматыми гостьями. Я начну рассказ издалека – с детства будущего охотника за кометами.

Геннадий Борисов родился 26 февраля 1962 года в Краматорске, где впервые и заинтересовался астрономией в 6–7 классах школы. Как это часто бывает, все началось с журналов «Земля и Вселенная» и книг, в том числе по телескопостроению, которых в Советском Союзе выпускалось немало, а фантастические фильмы про школьников, покоряющих Вселенную, будоражили воображение. Спустя пару лет молодой человек, одной из настольных книг которого стала «Телескоп астронома-любителя» Михаила Сергеевича Навашина, уже сам попробовал собрать простенький телескоп из набора готовой оптики. Именно в этот перемотанный изолентой инструмент Геннадий впервые рассматривал лунные кратеры. Я сам помню подобный набор у своего дедушки, с картонной трубой и непросветленными линзами. Правда, тогда эта тема меня не тронула, чего нельзя сказать про героя моего рассказа.

Качество изображения таких инструментов было, мягко говоря, посредственным, поэтому Геннадий учится сам производить оптические элементы. Для шлифовки и полировки линз и зеркал нужны специальные средства, которых не купить в обычном магазине, и он варит полировочную смолу прямо у себя дома. Представляю, какой аромат разносился по соседним комнатам, но чего не сделаешь ради своего увлечения! Так он создал первый 130-миллиметровый рефлектор Ньютона, который и стал его первым «настоящим» оптическим инструментом. Процесс был налажен, знания и опыт росли, а значит, впереди был путь всех оптиков – наращивание апертуры и улучшение качества обработки оптических поверхностей.

Новый этап – готово 256-миллиметровое зеркало! Но этот телескоп так и не будет собран. Геннадия призывают в армию, а по возращении он принимает решение поступать на астрономическое отделение Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. После окончания вуза в 1989 году Геннадий распределился в Крымскую лабораторию Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга (ГАИШ), где приступил к изучению

катаклизмических переменных звезд[126]. Поскольку для этой работы важны фотометрические измерения, то есть точные и быстрые измерения блеска звезды, молодой ученый увлеченно занялся созданием и модернизацией фотометров[127]. В лаборатории была своя оптическая мастерская, и Борисов постепенно вновь вернулся к давнему увлечению – работе с оптикой. Там он помогал создавать новые телескопы для различных обсерваторий страны и ближнего зарубежья.

В начале двухтысячных годов Геннадий охладел к научной деятельности, полностью переключившись и отдавая все время своему любимому делу – оптике. Как и меня, Борисова на открытие комет вдохновила великая комета Хейла – Боппа. Он начал разрабатывать свой телескоп, который позволил бы ему эффективно заниматься поиском подобных объектов. Дорога проб и ошибок к созданию сверхсветосильного телескопа, при этом обеспечивающего достойное качество изображения, заняла около десяти лет. На этом пути неоценимую помощь Борисову оказал известный оптический мастер Валерий Теребиж. В 2010 году 19-сантиметровый телескоп GENON, о котором он так мечтал, был готов, и на него установлена ПЗС-камера. Начался фотографический поиск комет.

Но как искать, как обрабатывать получаемые кадры, в конце концов, как оформлять будущие открытия? На первом этапе работы Геннадию Борисову в этом помогали известный российский открыватель астероидов Тимур Крячко и автор этой книги. Постепенно все встало на свои места, вопрос о том, где и как искать, был решен, и началась планомерная работа. Как я часто говорю: необходимо было перевести «случайную закономерность» в «закономерную случайность».

Первый успех пришел как всегда неожиданно, во время летнего фестиваля любителей астрономии «Южные ночи», проходившего на базе Крымской астрофизической обсерватории в поселке Научный, где как раз живет и наблюдает Борисов. За час до рассвета 8 июля 2013 года в созвездии Возничий, всего в 22 градусах от Солнца, он нашел то, что так долго искал! Нужно было срочно сообщить об открытии, пока тебя не опередили, но автоматическая система приема измерений Центра малых планет не пропускала его данные, выдавая ошибку. Я хорошо помню тот день. Взволнованный – ну как иначе – Геннадий Борисов позвонил мне и рассказал о своей проблеме, которую нам удалось достаточно быстро решить, и данные о новом, пока еще не подтвержденном объекте, появились на официальной странице Центра малых планет. Оставалось лишь ждать независимых подтверждений. Тогда на моем личном «кометном» счету уже

были две кометы, открытые в декабре 2010 и в июле 2011 годов, так что я отлично понимал все эмоции, переполняющие новоиспеченного первооткрывателя комет. И вот стали появляться первые, такие долгожданные подтверждения. Интересно, что новую комету в том числе подтверждали здесь же, на астрослете, подавляющее число участников которого делали это впервые в жизни. Можно сказать, что Геннадий Борисов устроил всем настоящий астрономический праздник, а сам виновник торжества, по правилам именования комет, автоматически дал имя своей первой находке – C/2013 N4 (Borisov).

После первого открытия, которое принесло ему новые силы и мотивацию, как пишет сам открыватель, у него началась «кометная лихорадка». В ноябре того же года и на том же телескопе Борисов открывает еще одну комету, получившую имя C/2013 V2 (Borisov). 2014 год приносит два новых открытия: C/2014 Q3 (Borisov), C/2014 R1 (Borisov), и теперь уже он возглавляет «пьедестал» по количеству открытых комет, а я перемещаюсь на второе место с тремя открытиями – в декабре 2014 года я обнаруживаю свою третью комету P/2014 X1 (Elenin). Эти кометы, как и еще три последующие, C/2015 D4 (Borisov), C/2016 R3 (Borisov) и C/2017 E1 (Borisov), были открыты Геннадием уже на новом, более крупном телескопе с главным зеркалом диаметром 300 миллиметров и новым именем – GENON Max. Все они не стали яркими, и лишь последняя из них превысила в максимуме блеска десятую звездную величину. И как всем охотникам за кометами, ему хотелось чего-то большего…

С 2016 года Борисов в течение двух лет работает над новым телескопом, который должен стать ультимативным кометным искателем. Это сверхсветосильный телескоп, получивший имя HGB-650, с относительным отверстием f/1.5 и диаметром главного зеркала внушительные 650 миллиметров! Работа над ним завершилась к исходу 2018 года. Да, это был прирожденный охотник, и первая его добыча была ему под стать. Во второй половине ночи 30 августа 2019 года Борисов запускает свой очередной обзор, состоящий из девяти поисковых площадок, каждую из которых он снимал минутными экспозициями по три раза. И на последнем кадре, причем практически на самом его краю, он замечает движущийся объект. Тот отсутствовал в каталогах, но по его внешнему виду было непонятно, что это – астероид или все же комета? Первоначальная орбита не походила на «астероидную», и Геннадий решает рискнуть и отправить информацию о новом объекте как о «комете». И теперь ему оставалось лишь ждать. Первые дополнительные измерения

показывали очень странную орбиту кометы, точнее, все измерения плохо согласовывались между собой, давая большие ошибки, и «убрать» их было возможно лишь предположив, что часть измерений очень неточны либо эксцентриситет орбиты нового объекта огромен! Да, в 2017 году астрономы уже открыли первый межзвездный объект с эксцентриситетом орбиты, значительно превышающим единицу, но в этом случае измерения согласовывались при эксцентриситете более трех. Это было непостижимо! Официальный циркуляр об открытии был опубликован лишь спустя долгие одиннадцать дней после открытия. И да! – это была первая в истории человечества межзвездная комета, получившая обозначение C/2019 Q4 (Borisov), а чуть позже 2I/Borisov. На данный момент это открытие является самым значимым «трофеем» в послужном списке российского охотника за кометами.

А завершает текущий список открытий ничем не примечательная одиннадцатая находка – C/2021 L3 (Borisov). Что дальше? В 2022 году Геннадий Борисов отпраздновал свое шестидесятилетие. Сам первооткрыватель комет говорит, что уже создал все необходимые инструменты для поиска новых комет. Он продолжает работать над усовершенствованием методов наблюдения и обработки кадров, ну и, конечно, – надеется на удачу. А удача в нашем деле – вещь очень важная! История этого охотника за кометами еще не окончена, и я искренне желаю ему новых удивительных открытий!

Терри Лавджой (р. 20.11.1966, 6 комет)

Известный наблюдатель и первооткрыватель комет австралиец Терри Лавджой не может похвастаться длинным списком открытий, но не скрою, я всегда с вниманием и интересом следил за его работой и выбрал именно его для включения в эту главу как типичного представителя любительского поиска комет фотографическим способом. В его арсенале нет дорогих телескопов и камер, поэтому как раз его результаты показывают, что упорство, методичность, хорошее темное небо и удача все еще позволяют совершать по-настоящему любительские открытия. Кроме того, Терри любезно согласился дать мне интервью, на основе которого я и пишу этот рассказ.

Будущий охотник за кометами родился 20 ноября 1966 года в Брисбене (Квинсленд, Австралия). У его отца, который немного интересовался астрономией, был небольшой 60-миллиметровый рефрактор, с чего и началось знакомство Лавджоя со звездным небом. Он наблюдал Луну и Марс, который запомнился ему крохотным, но очаровательным шариком. 29 апреля 1976 года вместе с отцом он следил за кольцеобразным солнечным затмением с помощью самодельного проекционного экрана. Увиденное так захватило мальчика, что в итоге астрономия стала частью его жизни.

На двенадцатый день рождения Лавджою дарят серьезный любительский инструмент: 200-миллиметровый рефлектор с относительным отверстием f/6 на экваториальной монтировке. Теперь ему были доступны слабые объекты дальнего космоса и кометы. Впервые интерес к косматым странникам зародился у Терри после увлекательных рассказов его бабушки. Та, будучи еще семилетним ребенком, видела и отлично запомнила пролет кометы Галлея в мае 1910 года. Она рассказывала внуку, насколько это было впечатляющим и будоражащим зрелищем. Терри рассматривал старые черно-белые снимки этой кометы, полученные в обсерватории Лоуэлла, и мечтал увидеть что-то подобное своими глазами. В середине 1980-х он наблюдает яркие короткопериодические кометы Туттля[128] и Стефана – Отерма[129]. Именно в это время Терри впервые пробует себя в поиске комет, но, не получив быстрого результата, бросает это дело. По-настоящему и бесповоротно он заболеет кометами в 1996 году, когда перед жителями Земли во всей своей красе предстанет Великая комета Хякутакэ.

В конце 1990-х Лавджой начинает поиск околосолнечных комет на снимках космического аппарата SOHO. Но мечта

открыть свою «большую» комету осуществится лишь спустя одиннадцать лет и 1400 часов поисков. В начале для своего обзорного проекта он использует очень простое оборудование: переделанный им фотоаппарат «Canon 350D», из которого он собственноручно удалил инфракрасный фильтр, и светосильный объектив с переменным фокусным расстоянием «Canon EF 70–200 f/2.8». Ночь на 15 марта выдалась чистой и прозрачной, и Лавджой в несчетный раз вышел на охоту. Небольшая самодельная монтировка, тихо урча, перенаводила нехитрый астрономический инструментарий Терри, а получаемые кадры записывались на компьютер. Сам наблюдатель тоже не терял времени и параллельно просматривал отснятый материал. Этот процесс напоминает работу золотоискателей. Ты каждую ночь просеиваешь огромные объемы отвального «песка», чтобы найти единственный самородок – комету. Стопка отснятых кадров подходила к концу – вновь ничего. Терри открыл последнюю серию снимков, полученных уже перед рассветом, и на одном из них увидел красивую сине-зеленую комету. Сомнений, что это комета, не было. Лавджой не стал терять время, дожидаясь будущей ночи, а сразу отослал новый объект на страницу подтверждения NEOCP.

Хотя было совсем рано и ночь в понимании обычного человека еще продолжалась, Терри не смог уснуть. Он все обновлял и обновлял страницу подтверждения в ожидании увидеть заветные строчки новых измерений. И они не заставили себя долго ждать. Первым новую комету подтвердил новозеландец Джон Драммонд, который вскоре позвонил ему с поздравлениями. Когда я спросил Терри о тех чувствах, что навсегда остались в его памяти, он ответил: «Волнение, и еще мне очень хотелось спать». Первая комета Лавджоя получила обозначение C/2007 E2 (Lovejoy) и в максимуме блеска, который пришелся на середину апреля 2007 года, достигла восьмой звездной величины. Она вновь вернется к Солнцу спустя 48 тысяч лет.

Через два месяца Лавджой обнаружил вторую комету – C/2007 K5 (Lovejoy). Она так и осталась слабой, и визуально ее можно было увидеть лишь в достаточно крупный любительский телескоп. Но эйфория нарастает. Два месяца и две кометы! Что же будет через год?! Эти чувства переживал и я, когда открыл свою вторую комету всего через полгода после первой. Но реальность отлично умеет отрезвлять. Над следующим открытием Лавджой работает более четырех лет, но в этот раз, 27 ноября 2011 года, он срывает банк! Разумеется, комета C/2011 W3 (Lovejoy) заслуживает отдельного рассказа, который вы прочтете в

предпоследней главе книги.

И вновь пауза для стороннего наблюдателя, за которой стоит напряженная невидимая работа охотника за кометами. Свою четвертую комету C/2013 R1 (Lovejoy) Терри открывает 7 сентября 2013 года; и хотя она не идет ни в какое сравнение с ярчайшей C/2011 W3, но все же становится видна невооруженным глазом в ноябре того же года. В бинокль она выглядит даже более впечатляюще, чем комета ISON, на которую многие возлагали большие надежды, но они, как известно, не оправдались. Следующее открытие происходит менее чем через год, 17 августа 2014-го, и в этот раз австралийский астроном-любитель снова открывает яркую комету, которая будет доступна для наблюдения невооруженным глазом! Комета C/2014 Q2 (Lovejoy) стала украшением ночного новогоднего неба. На фотоснимках она красуется своей зеленой косматой головой и достаточно длинным серо-голубым хвостом. Потрясающая находка! Кстати, именно эта комета стала визуальным прототипом придуманной мною кометы из романа «Предел Бортля» и помещена на обложку этой книги.

Последняя на данный момент, шестая комета C/2017 E4 (Lovejoy) была открыта 13 марта 2017 года, спустя почти десять лет после первой находки. Это открытие было сделано уже на новом 360-миллиметровом телескопе. Объект 14,5 звездной величины был обнаружен Лавджоем в гуще Млечного Пути в созвездии Стрелец. Скорее всего, поэтому он и не стал «добычей» крупных обзоров. Стоит отметить, что Терри не только наблюдатель и инженер, но еще и программист. Его телескопы управляются собственным программным обеспечением, как, кстати, и у меня. В общем – мастер на все руки, и я от всей души желаю ему открыть еще не одну потрясающую комету!

Алекс Гиббс (р. 08.06.1967, 31 комета)

Будущий охотник за кометами, который на данный момент занимает почетное четвертое место в списке самых успешных ловцов (после Роберта Макнота, Жан-Луи Понса и четы Шумейкеров), родился в штате Нью-Джерси 8 июня 1967 года в небольшом городке в сорока километрах от Нью-Йорка. Это было время настоящего штурма космоса, время космической романтики и уверенности, что совсем скоро люди ступят на Марс и продолжат масштабное освоение Солнечной системы. Отец Алекса был профессиональным оптиком, и они вместе собрали первую картонную подзорную трубу с двумя линзами. Именно в этот инструмент в возрасте шести лет мальчик впервые увидел комету. Это была комета Кохоутека – первое астрономическое воспоминание, которое, возможно, уже в таком возрасте повлияло на его дальнейшую судьбу. Когда Алексу было десять лет, к планетам-гигантам, а после и к далеким звездам, отправились «Вояджеры». Ну как здесь было всерьез не увлечься космосом?!

Его детская комната была завалена книгами и красочными журналами по астрономии. В семь лет ему подарили забавный красный 105-миллиметровый телескоп, похожий на большую колбу для химических опытов – Edmund Scientific Astroscan. При всей своей «игрушечности» это был уже настоящий инструмент, который позволял менять окуляры, изменяя тем самым увеличение и поле зрения. В старшей школе, когда их семья перебралась в Тусон – астрономическую Мекку США, Алексу подарили уже серьезный любительский телескоп Celestron C8, с главным зеркалом диаметром 200 миллиметров. Кстати, моим первым «серьезным» телескопом тоже стал Celestron C6N с более скромной апертурой в 150 миллиметров. Именно в это время Алекс посещает с экскурсией настоящую обсерваторию – легендарный Китт-Пик, и уже твердо решает для себя стать астрономом. И вот, школьные годы остаются позади, и пора по-настоящему выбирать свою будущую профессию. И Алекс Гиббс выбирает путь своего отца – он идет учиться на инженера-оптика, а вовсе не на астронома. Его основной работой становится написание программного обеспечения для решения прикладных оптических задач, а его первым проектом – расчет оптической линии задержки звездного интерферометра[130] для одной из основных структур NASA – Лаборатории реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory, JPL).

Но как же инженер и программист, пусть и работающий в NASA, стал охотником за кометами? Оказывается, эта судьба

постоянно была рядом, только руку протяни. В старшей школе его учителем французского языка была жена астронома Тома Герелса – основателя проекта «Космическая стража» (Spacewatch Project). Это была первая научная программа по поиску и обнаружению космических тел, сближающихся с Землей. В колледже Алекс подружился с Ларри Денно, который вскоре станет членом команды обзорных программ Pan-STARRS и ATLAS; о них я уже не раз упоминал на страницах этой книги. Любовь к астрономии, а особенно к кометам, пересиливает, и в феврале 2006 года Алекс Гиббс переходит на работу в обзорную программу «Каталина» (Catalina Sky Survey). Тем более что быть астрономом-программистом в наше время – это обыденность. В большей степени мы сами для себя пишем необходимое программное обеспечение, вкладывая в него свои знания и уникальный накопленный опыт. Как пишет Алекс: «Мое внутреннее «я» было в восторге от мысли, что я открою комету. Но тогда я и представить не мог, сколько их будет!»

И вот он наблюдает на телескопах уже более полугода, но все еще не открыл ни одной кометы. Его коллега Ричард Ковальски, который позже стал лучшим «специалистом» по открытию астероидов-импакторов[131], будет по-дружески подшучивать над ним. В ночь на 28 октября 2006 года, когда Алекс работал на полутораметровом обзорном телескопе обсерватории Маунт Леммон, он обнаружил движущееся, еле видимое туманное пятнышко 21-й звездной величины без четкой центральной конденсации. Он даже до конца не был уверен, что этот объект реален, и с нетерпением и трепетом ждал его подтверждения на более крупном телескопе. И подтверждение пришло – это была новая и такая долгожданная комета, получившая обозначение C/2006 U7 (Gibbs), а астрономия узнала новое имя, вписанное в историю кометных открытий.

За остаток 2006 года Гиббс открывает еще две кометы, обе короткопериодические. Следующий год приносит уже шесть открытий и становится самым результативным для астронома. Далее следуют: 2008-й – две кометы; 2009-й – три кометы; 2010-й – две кометы; 2011-й – четыре кометы; тем самым Гиббс проходит отметку в двадцать открытий. 2012 год приносит открытие еще трех комет, включая одну очень необычную, о которой я расскажу чуть позже. 2013 год становится для Гиббса неудачным в плане комет (как и для меня) – он не открывает ни одной. 2014-й вновь приносит три открытия, а 2015-й – два, причем одна из комет открыта совместно с европейским полулюбительским проектом по поиску астероидов и комет TOTAS (Teide Observatory Tenerife Asteroid Survey, «Тенерифский астероидный обзор обсерватории

Тейде»). 2016 год оказывается скуп на кометы, всего их открыто лишь 38, и два открытия вновь принадлежат Алексу Гиббсу. В 2017-м он открывает одну комету, а в следующем году – еще одну, последнюю на данный момент, долгопериодическую комету C/2018 A6 (Gibbs).

Конечно, из трех десятков комет, открытых Гиббсом, первая комета, как и у всех прочих ловцов, особенная. Она может быть не самой яркой или известной, но она первая! А вот самой особенной для Алекса станет короткопериодическая комета P/2012 F5 (Gibbs), получившая через несколько лет постоянный номер 331P/Gibbs. Ее открытие и ее природа были необычными, и вот почему. Во-первых, эта комета, открытая 22 марта 2012 года, была обнаружена не автоматизированной компьютерной программой, как большинство подобных объектов, а вручную – «по старинке», ручным блинкованием кадров, по сути, так же, как это делали десятилетиями на блинк-компараторах. Автомат пропустил этот объект из-за его странной морфологии (внешнего вида), но Алекс случайно заметил тонкую, как штрих, отметку, которая больше походила на луч от звезды, – такие появляются из-за дифракции света на растяжке крепления вторичного зеркала (так называемом пауке). Странность была в том, что этот «луч» двигался! Найденному объекту было присвоено кометное обозначение, причем по своей орбите эта находка относилась к очень редкому классу комет Главного пояса астероидов. На тот момент подобных объектов было известно всего около полутора десятков. Но в ходе его дальнейшего исследования выяснилось, что природа этой «кометы» совсем иная – это астероид, испытавший столкновение со своим меньшим собратом, а хвост – не что иное, как узкое облако из фрагментов разрушившегося астероида и выброшенного при столкновении вещества. Нечто подобное, правда, в меньших масштабах мы наблюдали осенью 2022 года у астероида Dimorphos (Диморф) после его успешного «торпедирования» космическим аппаратом DART (Double Asteroid Redirection Test, Испытание изменения орбиты двойного астероида). Поэтому можно сказать, что на самом деле у Алекса Гиббса не 31, а ровно 30 комет, что ни в коем случае не умаляет его заслуг!

Алекс Гиббс до сих пор работает в обзорной программе «Каталина», правда, непосредственно наблюдает уже намного реже, чем раньше. Не спать ночами, всматриваясь в темные глубины космоса в поисках крадущихся между звезд астероидов и комет – дело молодых. А он продолжает корпеть над программным обеспечением и обучает будущих охотников за кометами, открытия которых еще впереди.

IX. Самые яркие кометы столетия

C/1927 X1 (Skjellerup-Maristany)

Я начинаю свой рассказ с одной из самых ярких комет и уж точно с самой веселой истории, ведь комету, которая носит имена двух сооткрывателей, на самом деле независимо открыли по меньшей мере десять человек! Эта ошеломительная история доступна нам благодаря рассказу одного из пожилых наблюдателей, который решил поделиться ею в 1985 году на волне шумихи, поднятой приближающейся кометой Галлея. Итак, в один из вечеров некий Л. Торпе позвонил уже известному на тот момент наблюдателю комет Терри Лавджою, о котором я рассказал вам в предыдущей главе, и сообщил, что видел Великую комету 1927 года, по сравнению с которой остальные кометы XX века просто меркнут. Но для начала расскажем об открытии тех счастливчиков, чье имя в итоге и носит эта комета.

Утром 28 ноября 1927 года Джон Фрэнсис Скьеллеруп – уже немолодой и опытный охотник за кометами (да, именно его комету посещал космическая аппарат «Джотто» летом 1992 года) и наблюдатель переменных звезд, большую часть жизни проработавший телеграфистом в Южной Африке и лишь за три года до описанных событий вернувшийся в Австралию, проснулся пораньше, так как сегодня его ждало много дел, и готовился завтракать. Вдруг, среди полной тишины, на улице раздался шум. Джон вышел на крыльцо и, обойдя дом, заметил кошку, которая тут же шмыгнула в щель и исчезла из виду. Над тихим, еще спящим городком Окли в пригороде Мельбурна было чистое прозрачное небо. Уперев руки в бока, Джон наслаждался этой красотой и умиротворением, машинально осматривая небесную сферу. И когда он вовсе не планировал совершить никакого открытия, судьба преподнесла ему сюрприз. На востоке, где вот-вот должно было взойти Солнце, он увидел комету! Желтую, как будто купающуюся в золотых лучах рассвета, с хорошо различимым широким хвостом.

6 декабря свое независимое открытие совершил Эдмундо Маристани – аргентинский биолог и композитор из города Ла-Плата. К сожалению, нам неизвестны подробности этого события, но обратите внимание на временной интервал – больше недели оба открытия считались независимыми. Сейчас счет идет на часы и даже минуты. Хотя, стоит отметить, долгое время комета, получившее обозначение 1927k, носила лишь имя Скьеллерупа или Великой кометы 1927 года, и лишь значительно позже ее переименовали в C/1927 X1 (Skjellerup-Maristany), тем самым частично восстановив историческую справедливость.

Но, как я уже говорил, эту комету открыло намного больше людей, чем указано в ее названии: всех их не могли туда вписать. Так что и C/1927 X1, как и ту комету, о которой речь пойдет дальше, могли назвать не персонализировано, а, к примеру, просто Южной кометой. Давайте поговорим о тех «неудачниках», чьи имена так и не были вписаны в историю. Возможно, первым задокументированным обнаружением этой кометы было наблюдение новозеландца Кормака О'Коннела, заметившего ее утром 28 ноября, но его сообщение об открытии где-то затерялось. Более того, есть данные о многочисленных сообщениях о непонятном небесном объекте, датированных днем ранее, но, к сожалению, ни одно из них не попало туда, куда нужно, и это понятно, ведь обычные люди не знали, куда об этом следует писать. Есть и совсем курьезный случай – одна женщина открыла комету, лежа в кровати. Она спала на веранде своего дома и, рано проснувшись, заметила на предрассветном небе странный хвостатый объект. Безусловно, это был самый потрясающий случай открытия кометы! Поэтому, если вы когда-нибудь заметите что-то подобное, то, уже как знающие люди, сразу пишите в Центральное бюро астрономических телеграмм!

На первых снимках кометы, полученных 8 декабря, была отчетливо видна ее голова размером чуть менее минуты дуги и два мощных джета по обе стороны от ядра. Желтый цвет кометы был результатом мощной эмиссии атомов натрия. Так как комета была видна лишь на светлом рассветном небе, астрономы столкнулись с проблемой определения ее положения на небесной сфере – не было опорных звезд для проведения астрометрической редукции. Основываясь на приблизительном расположении где-то на стыке созвездий Наугольник, Циркуль и Южный Треугольник, некоторые астрономы предположили, что это возвращение кометы Де Вико 1846 года, но при уточнении орбиты версия не подтвердилась.

Приближаясь к перигелию, который C/1927 X1 должна была пройти 18 декабря на расстоянии 0,18 астрономической единицы от Солнца, она на короткое время стала видна из Северного полушария Земли. О комете сообщила женщина-турист, поднимавшаяся на гору Сьерра-Мадре (Калифорния, США) и увидевшая неизвестный объект, когда один из пиков закрыл Солнце. В обсерваторию Лоуэлла (Флагстафф, США) обратилась целая группа взволнованных рабочих, также наблюдавших загадочный объект вблизи Солнца. Кстати, тогда в обсерватории еще не знали об открытии кометы – о святые наивные времена! Именно после этого сообщения ее сотрудник, Карл Лэмпланд, используя метровый телескоп-рефлектор, провел первые

инфракрасные наблюдения кометы. В следующий раз подобные наблюдения состоятся лишь через 38 лет, когда на небе будет сиять комета Икэя – Сэки. Помимо этого, с 16 по 19 декабря, другой сотрудник обсерватории Лоуэлла, Весто Слайфер, провел спектроскопические наблюдения новой гостьи. Сначала он обнаружил лишь солнечные спектральные линии. Это означало, что комета «светит» отраженным солнечным светом. Но уже с 17 декабря постепенно начали преобладать «кометные» эмиссионные натриевые линии.

15 декабря комету наблюдал ее «официальный» открыватель – Джон Скьеллеруп. Для этого он использовал небольшой бинокль и дымовую трубу собственного дома в качестве экрана импровизированного коронографа. В то же утро комету впервые увидели в индийской Кодайканальской солнечной обсерватории. На полученных спектрогелиограммах[132] П. Р. Чидамбара обнаружил странный объект. В то утро на небе были небольшие облака, которые на снимках сияли ярким серебром. Но они проплывали мимо, в то время как одно узкое и вытянутое «облако» оставалось на месте. Достаточно быстро ученый понял, что перед ним яркая дневная комета! Он следил за ней в течение трех дней, аккуратно, как и следует настоящему ученому, документируя свои наблюдения, в том числе и рисунками. Как и другие наблюдатели, он тоже отметил два джета по обе стороны от ядра кометы, блеск которого он сравнивал с Венерой. Комета оказалась ярче. Оценки блеска, полученные разными наблюдателями 15–16 декабря, разнились от –6 до –10 звездной величины! Скорее всего, ее максимальный блеск находился в пределах от –8 до –9 звездной величины, что делает C/1927 X1 одной из ярчайших комет XIX и XX веков, наравне с Великими кометами 1843, 1882 и 1965 годов.

Наблюдатели ждали увеличения яркости кометы по мере ее приближения к перигелию, но все случилось совсем наоборот. Уже к 18 декабря комета «погасла» до –2-й звездной величины, а сутки спустя она последний раз наблюдалась на дневном небе, демонстрируя достаточно скромный хвост длиной в восемь градусов. Да, вы правы – это феерическое представление было вызвано эффектом переднего рассеивания (forward scattering), изучением которого позже занимался ученый Джозеф Маркус, и комета Скьеллерупа – Маристани внесла свой неоценимый вклад в понимание этого процесса. В чем же он состоит?

При небольшом угле рассеивания, когда наблюдатель, комета и подсвечивающее ее сзади Солнце находятся практически на одной линии, мы можем наблюдать эффект усиления ее яркости. В этом случае ледяные частички пыли и кристаллов льда

эффективно рассеивают солнечный свет в сторону наблюдателя. Для достижения максимального эффекта комета должна быть не просто богата пылью, а в большом количестве содержать пылинки определенного размера, сопоставимого с длиной волны видимого света (380–750 нанометров). В этом случае возможно кратковременное увеличение видимого блеска на 2–3 звездные величины. Что и произошло с кометой Скьеллерупа – Маристани, которая, по оценкам Маркуса, увеличила свой блеск на рекордные $6{,}8^{m}$, став одной из ярчайших комет! Но этот эффект недолог, и как в сказке про Золушку, все вернулось на круги своя…

На темном небе комету отыскали лишь десять дней спустя, 29 декабря – блеск ее головы потускнел, но пылевой, немного закрученный хвост вырос до солидных тридцати пяти градусов, после чего стал гаснуть и он. Можно сказать, что условия видимости у этой кометы были одними из худших, что не позволило раскрыть ее настоящей красоты. Но все равно она наблюдалась невооруженным глазом на протяжении тридцати двух дней! К концу февраля ее блеск упал до десятой звездной величины, а последнее наблюдение из Йоханнесбургской обсерватории состоялось 28 апреля 1928 года. История кометы Скьеллерупа – Маристани не закончена, она пережила перигелий и снова встретится с Солнцем через 36,5 тысячи лет.

C/1947 X1 (Southern comet)

На небольшой австралийский городок Хоршем, расположенный где-то посередине между Мельбурном и Аделаидой, опускались вечерние сумерки. Заканчивался обычный будний день 8 декабря 1947 года. Умиротворяющую тишину нарушали лишь два молодых велосипедиста, мчавшихся по улицам, кажется, по какому-то срочному делу. Грехам Костер и Бетти Хилл ловко соскочили со своего двухколесного транспорта, побежали к ничем не примечательному белому домику и быстро забарабанили по двери. Школьный учитель астрономии Гарольд Пэллот сидел в кресле, читая утреннюю газету. Он удивленно посмотрел на большие напольные часы, подумав «кто бы это мог быть в такой час», и пошел открывать дверь. Из нее чуть ли не вывалились два ученика, наперебой пытавшиеся что-то ему рассказать. Гарольд попросил их успокоиться и объяснить, что стряслось. Ребята сказали, что на небе, рядом с Солнцем, «горит» еще одна звезда! Они сами ее видели несколько минут назад. Выйдя на лужайку перед домом, учитель стал всматриваться в заходящее Солнце. Действительно, всего в пятнадцати градусах от светила сиял неизвестный объект, который был ярче самой Венеры!

Еще сутками ранее сообщения о ярком неизвестном объекте оранжевого цвета стали поступать от жителей Южной Африки, но, параллельно с обнаружением кометы из Австралии, первые подтвержденные сообщения были зарегистрированы вечером 8 декабря, когда бесчисленные звонки обрушились на Королевскую обсерваторию на мысе Доброй Надежды и обсерваторию Бойдена (Блумфонтейн, ЮАС, ныне ЮАР). Сообщений было так много, что не представлялось возможным определить первого открывателя новой кометы, поэтому сейчас ее называют просто Южной кометой 1947 года, как нетрудно догадаться, потому, что она была видна только из Южного полушария Земли. Официальное же обозначение кометы: 1947h или C/1947 X1 (Southern comet) – уже по современным правилам именования.

Гарольд Пэллот и директор обсерватории Бойдена Джон Стефанос Параскевопулос[133] оценили блеск косматой гостьи в – 5-ю звездную величину, а длину ее хвоста – в 25 градусов! Спустя два дня, 10 декабря, когда комету наблюдали с помощью оптики, астрономы поняли, что ее ядро разделено на две части, угловое расстояние между которыми равно шести угловым секундам, причем, как показали дальнейшие наблюдения, оно постоянно

увеличивалось, вплоть до последнего наблюдения Южной кометы 20 января 1948 года. Эти наблюдения позволили рассчитать примерное время разделения ядра – 30 ноября 1947 года, за два дня до прохождения кометой перигелия. Известный исследователь комет Зденек Секанина предположил, что ядро кометы вряд ли распалось от приливного воздействия Солнца, так как 2 декабря комета прошла от него в 0,11 астрономической единицы (16,5 миллиона километров); скорее всего, распад ядра был вызван критическим увеличением скорости его вращения. При этом моментально высвободились колоссальные запасы пыли и газа, что и привело к резкому увеличению блеска кометы. Именно поэтому она и не была обнаружена ранее. C/1947 X1 – типичная «комета-вспышка», она «светила» ярко, но недолго, и к Рождеству ее уже нельзя было различить невооруженным глазом. Южная комета, а точнее, уже две независимые кометы, вернутся к Солнцу примерно через 18,5 тысячи лет.

C/1948 V1 (Eclipse comet)

Мужчина сидел на крыльце своего дома, наблюдая за огромным красно-оранжевым шаром, заходящим за далекий горизонт. Шар клонился все ниже, как вдруг, в дымке, наблюдатель заметил комету! Самую настоящую яркую комету с хвостом, прямо около Солнца. Раз она была видна вот так, просто глазами, то он решил, что его случайная находка давно известна астрономам, наблюдающим небо в большие телескопы, но он ошибся. Это была одна из самых ярких комет XX века, которую официально откроют лишь завтра…

1 ноября 1948 года и астрономы-любители, и профессиональные астрономы готовились к наблюдению солнечного затмения, полная фаза которого была видна лишь из Восточной Африки, а частные фазы были доступны жителям Мадагаскара и Австралии. Группа британских ученых Гринвичской экспедиции расположилась в Момбасе – втором по величине городе Кении. Наблюдения затмения оказались под угрозой срыва, так как буквально за двадцать минут до наступления полной фазы над портом Рейц, всего в семи километрах к западу от города, закончилась сильная гроза. На небе все еще были тучи, но, к счастью, Солнце они не заслоняли. Когда Луна полностью закрыла диск Солнца, начались фотографические наблюдения, но помимо солнечной короны молодой ученый Джон Поуп, которому не было еще и двадцати лет, заметил то, чего совсем не ожидал увидеть, – комету! На снимке красовалась яркая голова, блеск которой оценивался в минус вторую звездную величину, и сильно изогнутый к горизонту хвост, превосходивший диаметр Луны в восемь раз. Комета наблюдалась в течение 105 минут, пока Солнце вновь не показалось из-за диска естественного спутника Земли.

Повторно комета была обнаружена на рассвете 4 ноября, в том числе Фрэнком Макганном, капитаном пассажирского самолета авиакомпании «Панамерикэн», летевшего в тот момент над Карибским морем. По мере того как комета уходила от Солнца, начали улучшаться и условия ее видимости. С 6 по 8 ноября в Центральное бюро астрономических телеграмм поступали сообщения о наблюдении кометы из Австралии и Южной Африки. Именно в эти дни стало понятно, что это и есть та самая комета, что наблюдалась Гринвичской экспедицией в момент полной фазы солнечного затмения. К середине ноября хвост Кометы Затмения, как ее стали называть, вырос до 30 градусов – она была отлично видна на предрассветном небе.

В Северном полушарии ее наблюдения состоялись в Индии, Греции и Алжире, а 12 и 13 ноября ее «открыли» на территории Советского Союза – в Ашхабаде (наблюдатель М. Х. Кадыров) и Сталинабаде (ныне Душанбе, наблюдатель Никитин). В итоге из-за большого числа сообщений об открытии кометы ей не стали присуждать чье-то имя, а официально назвали Кометой Затмения, сейчас она нам известна как C/1948 V1 (Eclipse comet). Что касается меня, то я думаю, что Джон Поуп вполне заслужил, чтобы эта комета носила его имя.

Невооруженным глазом небесная странница наблюдалась до 20 декабря, а ее последнее наблюдение с помощью телескопа состоялось на Ликской обсерватории (Калифорния, США) 29 марта 1949 года. Орбита, рассчитанная по наблюдательной дуге длиной в 137 суток, говорит о том, что комета вновь вернется к Солнцу лишь через 63,5 тысячи лет.

Комета C/1956 R1 (Arend—Roland)

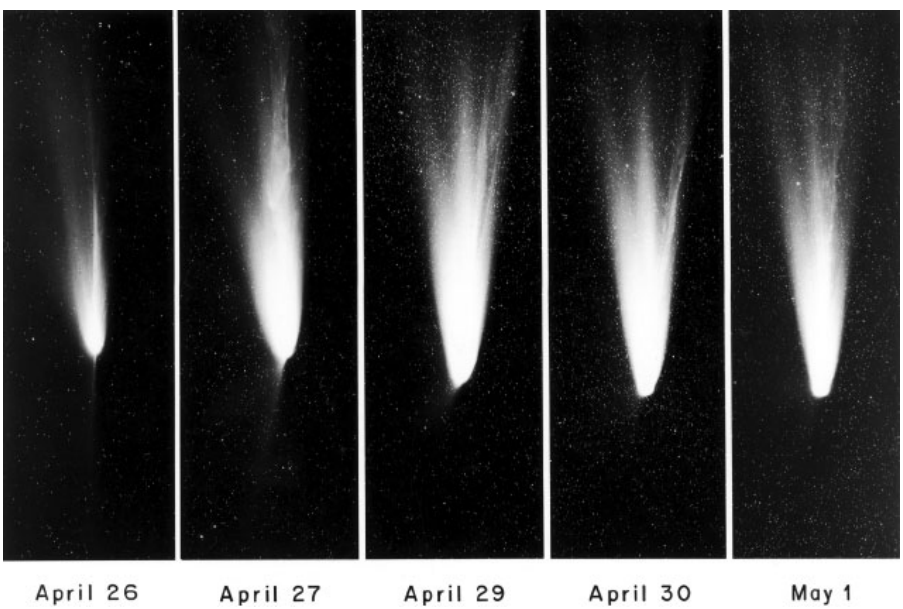
В небольшой фотолаборатории Королевской обсерватории Бельгии в Уккеле кипела работа. Сильвен Арен[134] и его молодой коллега Жорж Ролан[135] проявляли фотопластинки, накопившиеся за несколько наблюдательных ночей в ходе поисковых наблюдений новых астероидов на сорокасантиметровом двойном астрографе. В этой обсерватории Сильвен проработал уже без малого тридцать лет, занимаясь астрометрией малых тел Солнечной системы и проблемами небесной механики. Опытный наблюдатель: на его счету уже были две открытые кометы (обе в 1951 году) и 49 астероидов. Впереди его ждал юбилей. Но в этот раз в расставленные сети попался совсем иной улов… На фотопластинке от 8 ноября, снятой с экспозицией 50 минут, астрономы обнаружили некаталогизированный движущийся объект, выглядящий диффузно, но имеющий четкую центральную конденсацию. Этот же объект присутствовал и на следующей фотопластинке, проэкспонированной в ту же ночь. Нужно было срочное подтверждение! Еле дождавшись темноты и поблагодарив небеса за то, что они были чисты, Арен снял короткую десятиминутную экспозицию и, бросив все, побежал в фотолабораторию. Диффузный объект был там, где он и рассчитывал. Сомнений не оставалось – это комета!

21 ноября 1956 года об открытии новой кометы, получившей обозначение Arend—Roland (1956h), узнал весь мир. Позже комету переименовали в соответствии с новыми правилами в C/1956 R1 (Arend—Roland). Кстати, интересный факт: как только об открытии было заявлено официально, японский астроном Сигэру Кахо нашел новую комету на своих архивных снимках, полученных еще 7 ноября в ходе фотометрических наблюдений переменной звезды. Так что он вполне мог стать первооткрывателем этой кометы, учитывая, что бельгийские астрономы так затянули с проявкой и исследованием своих фотопластинок.

Комета медленно наращивала блеск с 11-й звездной величины в конце ноября до 10-й к концу года. Первым об обнаружении хвоста заявил немецкий астроном Макс Бейер 27 ноября. Как это ни странно, после обнаружения комета удалялась от Земли, однако неуклонно приближалась к Солнцу. 4 февраля 1957 года нашу планету и комету Арена – Ролана разделяло максимальное расстояние: 1,94 астрономической единицы, после чего вновь началось их сближение.

В феврале комета ушла на соединение с Солнцем и на время перестала быть видимой с Земли. Вновь ее заметили лишь 2 апреля; это сделал новозеландец Джон Грехам, сообщивший о блеске второй звездной величины. Хвост кометы простирался уже на пять градусов – комета преобразилась! Она прошла перигелий 8 апреля на расстоянии 0,32 астрономической единицы от Солнца. В небольшом временно́м промежутке между первым и вторым соединением с Солнцем комета наблюдалась до 13 апреля, когда ее блеск достиг уже первой звездной величины. Снова комету увидели 21 апреля, и она преподнесла сюрприз: у нее стал формироваться узкий как игла антихвост. 25 апреля астроном Солнечной обсерватории в Осло (Норвегия) Кжеллом Брекке получил один из каноничных снимков этой кометы – мощная голова и широкий пылевой хвост, а спереди длинное и острое жало длиной до 15 градусов.

Комета была действительно похожа на колибри, зависшего над невидимым цветком, или на изготовившуюся к нападению осу, тем более что многие наблюдатели отмечали желтоватый оттенок ее головы. Антихвост просуществовал всего неделю, быстро уменьшаясь в видимом размере и блеске и полностью исчезнув 29 апреля. Полагаю, что о природе антихвоста нужно рассказать подробнее.



Комета Арена – Ролана

Как мы знаем, все хвосты комет, не важно – ионные или пылевые, направлены от Солнца. Комете ничто не запрещает

лететь хвостом или хвостами вперед. Эти хвосты «раздуваются» солнечным ветром и давлением солнечного света. Редко наблюдаемый «ложный» антихвост состоит из крупных и массивных пылевых частиц, выброшенных из ядра кометы. Из-за своей массы они менее подвержены влиянию давления солнечного света и «оседают» в плоскости орбиты кометы, принимая форму диска. Подобные частицы есть у всех комет, но у небольших комет их концентрация мала, а значит, мала и плотность этого диска. Но когда крупная комета с высокой пылепроизводительностью проходит перигелий, у земного наблюдателя появляется шанс увидеть этот диск с ребра, в тот небольшой промежуток времени, когда Земля пересекает плоскость кометной орбиты. Антихвост кометы Арена – Ролана, как мне кажется, демонстрирует самый яркий пример этого астрономического явления. Как я уже рассказывал в главе о природе комет, истинные антихвосты также всегда направлены к Солнцу и состоят из еще более массивных пылинок, для которых сила притяжения нашей звезды выше, чем сила давления солнечного света, отталкивающая их в противоположном направлении. Но вернемся к самой небесной страннице.

Комета, стремительно удалявшаяся от Солнца и Земли, быстро гасла, во второй половине мая ее уже нельзя было увидеть невооруженным глазом. Последний раз ее видели на снимках 11 апреля 1957 года, полученных Элизабет Ремер[136] на сорокасантиметровом астрографе Военно-морской обсерватории США (USNO). Слабый крохотный комочек 21-й звездной величины летел прочь из Солнечной системы, куда он, скорее всего, никогда больше не вернется – «разорванная» гиперболическая орбита уводила эту комету прочь от Солнца, к другим космическим мирам.

Комета C/1965 S1 (Ikeya—Seki)

История этой кометы стремительна, как и ее полет. 18 сентября 1965 года над Японией занимался рассвет. Впервые за долгое время ночь выдалась ясной и два астронома-любителя – Каору Икэя и Цутоми Сэки, прильнув к наглазникам окуляров, внимательно осматривали сумеречную область утреннего неба. Они были уже опытными охотниками за кометами – на счету каждого записаны по две небесные странницы. И в эту ночь им снова улыбнулась удача! В десяти градусах от звезды Альфард[137] наблюдатели, разделенные двумя сотнями километров, с разницей всего в 15 минут открыли новый диффузный объект восьмой звездной величины. Едва дождавшись утра, оба астронома отправили срочные телеграммы о возможном открытии новой кометы. Ровно сутки спустя открытие подтвердили на австралийской станции Смитсоновской астрофизической обсерватории в Вумере и через несколько дней новая комета получила обозначение Ikeya-Seki (1965f), а позднее была переименована в C/1965 S1 (Ikeya-Seki).

Достаточно быстро стало понятно, что открыта новая и потенциально очень яркая околосолнечная комета семейства Крейца, которой предстоит пройти всего в 450 тысячах километров над поверхностью Солнца, глубоко погрузившись в его испепеляющую корону. Уже к концу месяца новая комета стала видна невооруженным глазом, а всего через две недели после открытия ее блеск перевалил за вторую звездную величину. К 17 октября блеск кометы достиг уже первой звездной величины, а длина хвоста выросла до пяти градусов. Комета исчезла в рассветных лучах, готовясь исполнить свой смертельный трюк, пройдя над самым верхним и горячим слоем нашей звезды[138] и по возможности выжить. 20 октября Икэя – Сэки появилась уже на ярком утреннем небе, достигнув блеска -2^m. К исходу дня ее блеск достиг -6^m, затмив яркость Венеры. В самом начале новых суток Элизабет Ремер оценила визуальный блеск кометы от -10^m до -11^m! Икэя—Сэки оправдала ожидания, что, кстати, бывает не так уж часто, и в максимуме блеска достигла умопомрачительного блеска, став ярчайшей из комет, подтвержденных документально.

Японские астрономы Токийской обсерватории Мориями и Хирояма пристально следили за полетом кометы с помощью двенадцатисантиметрового коронографа Корональной станции в Норикуре. В момент максимального сближения с Солнцем ее скорость составляла головокружительные 390 километров в

секунду! Комета неслась над гигантскими извивающимися корональными петлями, как будто пытающимися ее схватить. Астрономы затаили дыхание, и именно они зафиксировали момент, когда за 30 минут до прохождения перигелия кометное ядро, не выдержав температуры и гравитационных приливных сил нашей звезды, начало распадаться на три фрагмента, блеск одного из которых был явно выше. Поразительно, но комета, даже распавшаяся на части, продолжала быть яркой на протяжении суток после прохождения перигелия. До конца 22 октября поступали многочисленные оценки блеска кометы, который все еще оставался в пределах отрицательных величин. Ее ядро «горело», постепенно теряя свою яркость, но хвост кометы все продолжал вытягиваться, достигнув к началу ноября длины 25 градусов. 4 ноября были фотографически зафиксированы два фрагмента ядра, получившие обозначение «A» и «B», и построена их орбита. Третий компонент бесследно исчез, видимо, полностью разрушившись. Ученые установили, что комета Икэя – Сэки представляет собой осколок Великой сентябрьской кометы 1882 года (C/1882 R1) и обе эти кометы, в свою очередь, являются фрагментами Большой кометы 1106 года. А сам процесс подобного деления, или фрагментации, околосолнечных комет был наконец-то документально зафиксирован и подтвержден. Оба осколка кометы Икэя – Сэки стали новыми кометами семейства Крейца, которые вернутся к Солнцу через 880 и 1100 лет[139].

Комета C/1975 V1 (West)

В середине 1970-х на недавно открытой Южной Европейской обсерватории в Ла-Силья (Чили) проводили фотографическую обзорную программу «Звездный атлас» (Sky Atlas). Каждую фотометрическую ночь, когда атмосфера над высокогорной пустыней Атакама была прозрачна и стабильна, метровый широкопольный телескоп системы Шмидта снимал фотографическую мозаику южного неба. Затем фотопластинки упаковывались в бандероли и отправлялись в Женеву для дальнейшего изучения и каталогизации.

5 ноября 1975 года датский астроном Ричард Вест, который уже три года занимался южным «Звездным атласом», вскрыл очередную посылку из Чили и приступил к работе. Он внимательно осматривал каждый снимок через мощное увеличительное стекло, пока на очередном кадре часовой экспозиции, полученном чилийским астрономом Гвидо Писарро еще 24 сентября, не заметил небольшой диффузный штрих. Комета? Ученый был заинтригован, ведь в то время шансы обнаружить ранее никому не известную небесную странницу еще оставались достаточно высокими. Новый объект 14-й звездной величины находился в созвездии Микроскоп и медленно двигался на север. Вест решил попробовать отыскать его на других фотопластинках, и ему это удалось! Комета была видна на кадрах созвездия Журавль, полученных Оскаром и Гвидо Писсаро еще 10 и 13 августа. На них его находка выглядела как диффузный объект 16-й звездной величины. Ричард измерил небесные координаты начала и конца треков, добавил время экспозиций и отправил сообщение директору Центрального бюро астрономических телеграмм Брайану Марсдену.

И Брайан взялся за работу, чтобы связать астрометрию, полученную в августе и сентябре. Перед ученым лежала только что пришедшая телеграмма от Ричарда Веста с шестью строками измерений. Поначалу показалось, что измерения принадлежат разным объектам, но в конце концов их удалось объединить в одну параболическую орбиту с перигелием 0,2 астрономической единицы, который новая комета, – а сейчас он уже был в этом уверен, – должна пройти 24 февраля 1976 года[140]. 6 ноября 1975 года вышел официальный циркуляр Международного астрономического союза за номером IAUC 2860, в котором было объявлено об открытии новой кометы West (1975n) или C/1975 V1 (West) по новым правилам. Замечу, что сам Вест не стал включать в письмо об открытии новой кометы своих чилийских

коллег, которые непосредственно и получили снимки, хотя в похожей ситуации, произошедшей в 1969 году при открытии кометы Чурюмова – Герасименко, Клим Иванович поступил совсем по-другому…

Сначала наблюдения новой странницы проводились в обсерваториях Южного полушария Земли, а немного позже к ним присоединились коллеги к северу от экватора. В самом конце года блеск кометы превысил девятую звездную величину. После Нового года ее условия наблюдений ухудшились, и комета снова была видна лишь из Южного полушария. 23 января она пересекла отметку в одну астрономическую единицу, сокращая дистанцию с Солнцем со скоростью 38 километров в секунду. В первых числах февраля начали поступать сообщения, что комета стала доступна для визуальных наблюдений, что еще больше подогрело интерес к ней.

В середине февраля комета Веста начала резко набирать яркость. За несколько дней, с 13 по 19 февраля, она увеличила блеск на три звездные величины, достигнув отметки в 1^m, а спустя пару дней ее блеск стал отрицательным! Вечером 24 февраля Джон Бортль оценил его в -2^m, при этом комета обладала достаточно скромным хвостом длиной около полуградуса, что не шло ни в какое сравнение с кометой Икэя – Сэки. Благополучно пройдя перигелий, комета Веста стала следующей «косматой», после ярчайшей C/1965 S1 (Ikeya-Seki), видимой на дневном небе, чему существует масса подтверждений. Вечером 27 февраля, по оценке того же Бортля, комета имела блеск $-2{,}4^m$! К этому моменту хвост кометы вырос вдвое, достигнув длины в один градус. В последующие сутки голова кометы начала постепенно гаснуть, но ее хвост продолжал расти практически на глазах. К 3 марта его длина визуально оценивалась уже в 17 градусов, а к 7 марта он достиг своей максимальной протяженности в 25 градусов!

Двумя днями ранее от астрономов поступили и первые сообщения о разделении ядра кометы Веста на два фрагмента, а к 9 марта их наблюдалось уже четыре. В середине апреля комета значительно потускнела, и ее уже можно было увидеть лишь в бинокль. Телескопические наблюдения говорили о том, что из четырех фрагментов остались только три – фрагмент «C», по всей видимости, полностью разрушился. Ученые продолжали отслеживать динамику фрагментов, которые постепенно удалялись друг от друга, – их последнее наблюдение зафиксировано 25 сентября 1976 года.

Используя все накопленные астрометрические измерения, Эдгар Эверхарт уточнил изначальную орбиту кометы Веста и

пришел к выводу, что она не являлась динамически новой, а, скорее всего, уже посещала Солнце примерно 250 тысяч лет назад. Дальнейшая судьба трех оставшихся фрагментов туманна. Скорее всего, они будут выброшены из нашей планетной системы и отправятся в свое бесконечное путешествие навстречу другим звездам и планетам.

Комета C/1995 O1 (Hale—Bopp)

Огромное оранжевое солнце медленно садилось за западной пустыней, погружаясь в Царство мертвых, чтобы завтра вновь переродиться, снова взойдя на востоке. Дневная жара уступала место прохладе летней ночи, давая небольшую передышку. Фараон Пепе II сидел неподвижно, внимательно следя за вечным полетом бога Ра, и думал о том, что останется в его землях после ухода на небо? Солнце скрылось за горизонтом, окрасив все вокруг в мертвенные сине-голубые тона. Фараон не пошевелился, он ждал еще одного гостя. По мере того как небо гасло, на небосклоне разгоралась новая, невиданная ранее звезда с двумя длинными косами. Возможно, это новое божество пришло сокрушить старых богов и разрушить его мир? Или это был лишь знак, который пытались разгадать он и его лучшие советники? Он страшился спать, проваливаясь в сон лишь с первыми лучами солнца, когда Ра возрождался и прогонял прочь нежданного загадочного ночного гостя из Царства мертвых. С тех пор прошло 4200 лет. Его пирамиду практически стерли с лица Земли безжалостное время и пески, но память о той «длинноволосой звезде», сопровождающей фараона на небеса, все еще жила в чудом сохранившихся древних иероглифах его гробницы…

На протяжении почти 20 лет наше небо не посещала ни одна по-настоящему яркая комета. Но все изменилось теплой июльской ночью 1995 года. Летний муссон уже вовсю властвовал над юго-западными штатами США, последняя ясная ночь в Клаудкрофте (штат Нью-Мексико) была полторы недели назад. Алан Хейл, опытный любитель астрономии, ставший в итоге профессиональным астрономом, готовился к наблюдениям на своем сорокасантиметровом телескопе фирмы «Мид». Сегодня в его программе была визуальная оценка блеска двух комет: Кларка[141] и д'Арре[142]. Закончив с первой, Алан ждал, когда вторая поднимется достаточно высоко над горизонтом, чтобы экстинкция[143] не вносила значимые искажения в его визуальные оценки блеска. Ему не хотелось сидеть без дела, упуская такую прекрасную прозрачную звездную ночь, и он решил пронаблюдать объекты дальнего космоса. Его выбор пал на шаровое звездное скопление Мессье 70[144].

Как только Алан навел свой телескоп, то, как опытный наблюдатель, сразу обратил внимание на неизвестный туманный объект рядом с хорошо знакомым скоплением, которое он наблюдал лишь две недели назад. Он еще раз сверился со звездным атласом – нет, никакой ошибки, он точно навелся на

нужный объект, но рядом не было ничего такого, что он только что наблюдал в свой телескоп. Заинтригованный, Алан вернулся в дом и самостоятельно использовал новшество того времени – идентификацию малых тел Солнечной системы через сеть Интернет. Такой сервис заработал на сайте Центрального бюро астрономических телеграмм и теперь любой желающий мог по координатам и времени наблюдения проверить, видит ли он новый объект, или уже давно известный астероид или комету? Выяснилось, что в этой области неба не было ни одной известной косматой странницы. Алан написал электронное письмо о возможном открытии новой кометы директору Центра малых планет и Центрального бюро астрономических телеграмм Брайану Марсдену и его ближайшему помощнику Даниэлю Грину, который через пять лет займет должность директора Бюро.

Вернувшись к телескопу, Алан убедился, что неопознанный объект передвигается на фоне звезд, а значит, он находится несоизмеримо ближе далеких звезд и скоплений. Это была комета. Алан снова бросился к компьютеру и отправил второе письмо, подтверждающее, что открытый им объект движется. Астроном следил за новой кометой еще три часа, пока она не зашла за деревья, после чего отправил третье письмо с дополнительными измерениями положения кометы на небе. Теперь ему оставалось лишь ждать…

Той же ночью Томас Бопп вел свой автомобиль через темноту пустыни к ранчо Векол вблизи городка Стэнфилд (штат Аризона). Ночь выдалась шикарной, и сегодня на излюбленное место наблюдений съедутся астрономы-любители. Все были в предвкушении марафона Мессье[145] по объектам дальнего космоса, в котором собирались участвовать с помощью самодельного 440-миллиметрового телескопа Добсона, принадлежащего одному из друзей Томаса – Джиму Стивенсу. Решено было начать с шаровых скоплений в созвездии Стрелец. В то время как Джим рассматривал звездный атлас в поисках интересной следующей цели, Томас навелся на M70 и прильнул к резиновому наглазнику окуляра.

В отличие от другого сооткрывателя кометы, он не был профессиональным астрономом, а был начальником смены в отделе запчастей компании, занимавшейся производством строительных материалов, но его 25-летний опыт астронома-любителя дал о себе знать. Как и Алан, Томас сразу заприметил странный диффузный объект, который не должен был здесь находиться. Заинтригованные наблюдатели, позабыв про длинный список объектов дальнего космоса для наблюдений, более часа следили за нежданной находкой и убедились, что она

действительно перемещается на фоне звезд. Значит, это была комета, а вот новая она или уже хорошо известная, оставалось для них загадкой. Томас сел за руль своего автомобиля, еще раз обдумывая все события этой ночи, и поспешил обратно в Глендейл.

Добравшись до дома, он сел за компьютер и написал короткое письмо в Центральное бюро астрономических телеграмм, где на тот момент уже знали о новой комете. А спустя 12 часов вышел циркуляр под номером IAUC 6187, официально объявивший об открытии новой кометы C/1995 O1. Кометы, которая сыграет важную роль и в моей судьбе, но об этом я расскажу в заключительной главе.

Интересно, что в первом объявлении об открытии не было указано имен, которые в итоге получила новая комета. А в самом циркуляре вторым наблюдателем, кроме Алана Хейла, значился тот самый друг Томаса Боппа – Джим Стивенс. Я не знаю деталей истории, которая привела к получению двойного имени Хейла – Боппа без упоминания Стивенса. Видимо, она так и осталась между наблюдателями и учеными из ЦБАТ, но давайте вернемся к космической гостье.

Уже первая построенная орбита говорила о том, что открытая комета очень активна, ведь она имела блеск $10{,}5^{m}$, на удалении 7 астрономических единиц от Солнца! Помимо новых измерений, которые стали приходить в Центр малых планет, нашлось и несколько предоткрытий. Любитель астрономии и автор более десятка научно-популярных книг Теренс Дикинсон нашел только что открытую комету на своих снимках от 29 мая 1995 года. Но самым удивительным было предоткрытие C/1995 O1 (Hale-Bopp) великим охотником за кометами Робертом Макнотом, о котором я уже рассказывал в предыдущей главе. Он обнаружил пропущенный им объект на снимках от 27 апреля 1993 года, более чем за два года до официального открытия! В тот момент комета Хейла – Боппа была в 13 астрономических единицах от Солнца и имела блеск 19^{m}. Эти данные позволили значительно улучшить расчеты орбиты, которые предсказывали, что комета может стать одним из самых выдающихся пролетов космических странников на земном небе в XX столетии.

В течение месяца после своего официального открытия комета очень медленно набирала блеск, а физический размер ее комы превысил $2{,}5 \times 1{,}5$ миллиона километров. Она была поистине огромной. К концу 1995 года небесное тело для земного наблюдателя ушло на соединение с Солнцем и не было видно до начала февраля 1996 года, когда блеск кометы по первым полученным измерениям оценивался в скромные 9^{m}. Хвоста все

еще не было видно. В конце зимы – начале весны интерес к комете Хейла – Боппа заметно угас на фоне открытия еще одной многообещающей кометы, которая стремительно набирала яркость и о которой мы поговорим немного позже.

Отметку в восьмую звездную величину комета прошла в конце апреля, и лишь 20 мая 1996 года поступило первое сообщение от Терри Лавджоя о наблюдении C/1995 O1 (Hale-Bopp) невооруженным глазом. В июле и августе блеск кометы замер вблизи отметки $5{,}5^m$ и многие специалисты полагали, что комета и вовсе может начать угасать. Случаи завышенных ожиданий, если речь заходит о кометах, нередки; достаточно вспомнить комету Кохоутека. Но как только комета Хейла – Боппа прошла снеговую линию водяного льда, ее блеск вновь начал расти. К середине декабря он достиг 4^m. Да, все это сильно контрастирует с обычным поведением описанных ранее комет. Комета Хейла – Боппа служит наглядным антиподом кометы Икэя – Сэки, которая выскочила как черт из табакерки, «пылая огнем», но быстро сгорела. C/1995 O1 набирала яркость степенно, но преобразившись, она много месяцев, а не дней, радовала всех любителей астрономии. Вот почему эта комета для меня была и остается номером один.

Как и в прошлом году, перед зимними праздниками комета опять ушла на соединение с Солнцем и ее наблюдения сильно усложнились. И вот в начале февраля она по-настоящему вышла на ночную авансцену, на которой и оставалась главной звездой более четырех месяцев! 20 февраля ее блеск был равен 1^m, а уже 7 марта он достиг нулевой отметки. 9 марта комета наблюдалась днем в ходе солнечного затмения, видимого из Восточной Сибири и Монголии. Ее мощные разноцветные хвосты вытянулись более чем на 10 градусов. Во второй половине марта комета легко наблюдалась после заката на засвеченном московском небе без каких-либо оптических инструментов, хотя, конечно, в них она смотрелась еще более завораживающе. Что уж говорить про фотографии, на которых были запечатлены два мощнейших разноцветных хвоста, протянувшихся на десятки градусов, а с использованием специальных фильтров можно было зафиксировать слабый, но очень редкий натриевый хвост красного цвета. Это было незабываемое зрелище. Это был кометный экстаз.

1 апреля, проходя перигелий на 0,92 астрономической единицы от Солнца, комета Хейла – Боппа сияла, как сказочный небесный фонтан –1-й звездной величины, хотя, по некоторым оценкам, ее блеск был еще ярче. Пока одних людей она радовала своим видом, других, как в старые темные века, она страшила.

Кто-то принимал ее за знак свыше или даже за ритуальный объект. 26 марта планету облетела новость о массовом самоубийстве 39 человек из секты «Небесные врата», которые верили, что космический корабль, заключенный в комету, заберет их души…

Каждое представление когда-то заканчивается, так и комета Хейла – Боппа, постепенно удаляясь от Солнца и Земли, начала терять свой блеск. В конце апреля – начале мая он перевалил за нулевую отметку, а к концу месяца блеск кометы составлял уже 2^m. Во второй половине июня – начале июля комета не наблюдалась с Земли, а 9 июля, когда она снова была обнаружена, ее блеск упал до 4^m. В середине августа комету, как визуально, так и с помощью небольшого ультрафиолетового телескопа, наблюдали астронавты многоразового космического корабля «Дискавери» (Discovery, миссия STS-85).

Комета Хейла – Боппа продолжала наблюдаться невооруженным глазом до конца сентября 1997 года, но снова преподнесла сюрприз! К концу года, вследствие очередной кратковременной вспышки, она увеличила свой блеск и была вновь обнаружена Терри Лавджоем, наблюдавшим ее без оптики 9 декабря. Таким образом, комета Хейла – Боппа наблюдалась невооруженным глазом более 18 месяцев, что вдвое больше предыдущего рекорда, принадлежавшего Великой комете 1811 года! При всех своих рекордах комета C/1995 O1 могла быть намного ярче, но, к сожалению, в момент максимального сближения с Землей 23 марта 1997 года нас разделяли 1,3 астрономической единицы, то есть без малого 200 миллионов километров.

С помощью телескопов эта комета наблюдается уже более 25 лет. Она была обнаружена учеными с помощью 220-сантиметрового телескопа Европейской южной обсерватории в Ла-Силье 4 декабря 2010 года, на расстоянии 30,7 астрономической единицы от Солнца. И самое интересное, что комета все еще сохраняла свою, пусть и слабую, активность, скорее всего, поддерживаемую сублимацией льдов из угарного газа. Следующие успешные наблюдения состоялись 8 ноября 2018 года на южном телескопе «Джемини» (Gemini South) при блеске $25{,}5^m$. И именно эта комета стала одной из первых научных целей космического телескопа «Джеймс Уэбб», который провел ее многочасовые наблюдения 9 июля 2022 года (на момент написания книги их результаты еще не опубликованы), когда удаляющийся космический странник находился более чем в 46 астрономических единицах от Солнца, что составляет лишь небольшую часть его долгого пути. В афелии комета Хейла –

Боппа удалится на 365 астрономических единиц, но, все еще «чувствуя» притяжение нашей звезды, вернется к ней снова через 2400 лет. Интересно, увидят ли ее глаза людей, чтобы вновь дополнить историю этой Великой кометы?

Комета C/1996 B2 (Hyakutake)

Пятнадцатилетний мальчик Юдзи Хякутакэ с замиранием сердца смотрел на потрясающе длинный хвост кометы Икэя – Сэки, купающейся в лучах утренней зари. Она как будто летела над его головой, стремясь в неизведанную даль безграничного космоса. Наступил день, и комета померкла, оставив неизгладимый след в душе юноши, который уже твердо решил во что бы то ни стало найти свою, такую же длиннохвостую комету, как и находка двух прославленных японских астрономов-любителей.

Прошло тридцать лет, и тот мальчик в соломенной шляпе осуществил свою мечту – 26 декабря 1995 года, когда весь астрономический мир предвкушал приближение гигантской кометы Хейла – Боппа, он открыл свою первую комету C/1995 Y1 (Hyakutake). Радость была безмерной, ведь все оказалось не зря! Он уже семь лет занимался планомерным визуальным поиском новой кометы. Два года назад Юдзи покинул портово-промышленную Фукуоку и перебрался на самый юг Японии, в деревушку Хаято, стоящую на берегу залива Кагосима, в центре которого возвышался действующий стратовулкан Сакурадзима. С июля 1995 года, когда успех американцев Алана Хейла и Томаса Боппа придал ему новой мотивации, он активизировал свои поиски, стараясь осматривать небо перед рассветом четыре раза в неделю. И Вселенная ответила ему. Когда эйфория от открытия первой кометы постепенно начала сходить на нет, Юдзи с грустью понял, что осуществил свою мечту лишь наполовину. Да, у него была своя комета, но она никак не могла тягаться с той яркой горящей «стрелой», которую он видел осенью 1965 года.

30 января 1996 года выдалась морозная ясная ночь, и Юдзи решил выбраться на излюбленное место для наблюдений – вершину холма в 16 километрах от его дома, чтобы понаблюдать и сфотографировать свою комету. К тому времени ее блеск составлял 9–10-ю звездную величину с прогнозом максимальной яркости в районе 8^m, так что она в любом случае, если не произойдет вспышки, не должна была стать доступной для наблюдений невооруженным глазом. Когда он поднялся на вершину, то с сожалением обнаружил, что та область неба, где находилась C/1995 Y1, была закрыта облаками. Они жались к горизонту, но то место, где он месяц назад открыл свою комету, напротив, было открыто. Юдзи решил еще раз пройтись по этим памятным местам и, может быть, вновь ощутить те эмоции, что испытал тогда. В 4:50 утра он навел свой грандиозный 150-

миллиметровый бинокуляр на границу созвездий Весы и Гидра…

Практически сразу в его поле зрения попался небольшой диффузный объект 11-й звездной величины с хорошо заметным центральным уплотнением. Юдзи не поверил своим глазам – всего в четырех градусах от того места, где пять недель назад он открыл свою первую комету, находилась еще одна! Я не знаю, что в тот момент чувствовал японский охотник за кометами, но могу предположить, что он точно не верил своим глазам, понимая, что это просто-напросто невозможно. Я сам пережил подобную ситуацию после открытия кометы P/2014 X1 (Elenin). Она была открыта 12 декабря 2014 года, и спустя двое суток я снова нахожу «новую» комету! И я не верил своим глазам, уверяя себя, что это ошибка – ведь такого просто не может быть. В итоге я отправил этот объект на подтверждение, и «новая» комета оказалась уже известной – произошел сбой системы идентификации. Но в тот раз, той холодной январской ночью, Юдзи Хякутакэ снова сопутствовала удача. Взволнованно звоня в 11 часов утра в Национальную астрономическую обсерваторию Токио, он еще не знал, что его мечта открыть комету с еще более длинным хвостом, чем у Икэи – Сэки, осуществилась!

Вторая комета Хякутакэ-сан, получившая обозначение C/1996 B2 (Hyakutake), как это достаточно часто встречается в моем рассказе, имела свою историю предоткрытия. Когда новость об обнаружении новой японской кометы облетела весь мир, астроном-любитель Кесао Такамизава сразу вспомнил, что фотографировал эту область неба еще 1 января с помощью своего скромного обзорного десятисантиметрового телескопа. И да, новая комета в виде тусклого диффузного объекта 13-й звездной величины была на его снимках, но он ее не заметил. Очередная история успеха одного и трагедии другого…

Первые дни измерений новой кометы показали, что она пройдет совсем близко от Земли, всего в 0,1 астрономической единицы, что случается, прямо скажем, не часто. При этом комета будет отлично видна наблюдателям Северного полушария на темном ночном, а не закатном небе. Такой прогноз сулил многообещающее зрелище, лишь бы не подвела активность кометы. Обнадеживающие данные пришли от астрономов, занимающихся динамикой тел Солнечной системы. На основании предварительных расчетов орбиты кометы ученые предположили, что это не динамически новая комета, то есть нынешний пролет был не первым ее сближением с Солнцем. А значит, риск «западения» блеска и вообще остановки какой-либо активности был значительно меньше.

В первой половине февраля комета медленно увеличивала

блеск, достигнув 8–9-й звездной величины. Во второй половине месяца характер наклона кривой блеска изменился, и комета Хякутакэ начала стремительно набирать яркость. 26 февраля, как и в случае с кометой Хейла – Боппа, первым ее увидел невооруженным глазом австралиец Терри Лавджой. К концу месяца комета имела блеск 6^m, а длина ее хвоста уже оценивалась в градус. И это был хороший знак.

К середине марта размер головы кометы увеличился до одного градуса, при этом хвост, по сравнению с началом месяца, вырос в несколько раз. 24 марта, за сутки до максимального сближения с Землей до расстояния немногим более 15 миллионов километров, поступили первые визуальные оценки об отрицательном блеске кометы. В ночь пролета кометы ее изумрудная голова находилась вблизи Северного полюса мира, а хвост простирался на треть неба. Через сутки он покрыл уже половину небесной сферы! Это было потрясающее зрелище, конечно для тех счастливчиков, кому повезло с погодой. Юдзи Хякутакэ наконец-то осуществил свою мечту – он открыл одну из самых длиннохвостых комет!

В отличие от все еще летящей к Земле кометы Хейла – Боппа, медленно наращивающей свой блеск, который она сохранит на протяжении нескольких месяцев, комета Хякутакэ за несколько ночей пронеслась по нашему небосклону и улетела к Солнцу, постепенно теряя свою яркость. Вся уникальность этой кометы была лишь в том, что, летя по своим орбитам, Земля и этот космический странник оказались в непосредственной близости друг от друга. Помимо визуальной составляющей, такое сближение с кометой позволило успешно пролоцировать ее с помощью 70-метровой антенны радиотелескопа в Голдстоуне. Анализ данных показал, что диаметр ядра этой кометы составляет 3,2 километра, что не шло ни в какое сравнение с исполинским размером приближающейся кометы Хейла – Боппа. 26 марта состоялись еще одни интересные наблюдения – на ядро кометы Хякутакэ навелся космический телескоп «Хаббл». Он получил наиболее детальные снимки «сгустков» непонятной природы, которые были зафиксированы тремя днями ранее. Проанализировав их движение в хвосте, ученые решили, что это не фрагменты ядра, которые говорили бы о частичном разрушении кометы, а огромные комки крупнозернистой пыли, унесенные с поверхности кометного ядра.

В начале апреля комета потускнела до второй звездной величины, хотя ее хвост все еще имел протяженность в 15–20 градусов, то есть ему все еще могли позавидовать многие кометы. 14 апреля Хякутакэ преподнесла сюрприз, за короткий срок

увеличив свой блеск на половину звездной величины. Это явление было скоротечным, и спустя несколько дней яркость вернулась к прежним значениям. 21 апреля комета прошла мимо Меркурия, а уже через 10 дней должна была пройти свой перигелий. С 1 по 3 мая Хякутакэ наблюдалась с помощью космического аппарата SOHO, при этом ее блеск вновь поднялся до нулевой отметки. С Земли после соединения с Солнцем ее увидели лишь 9 мая, очень низко над горизонтом. Комета изменилась – ее блеск оценивался в третью звездную величину, в лучах зари пропал ее величавый хвост. Она уходила на юг, прощаясь с наблюдателями Северного полушария. Датой последнего наблюдения кометы невооруженным глазом стало 29 июня, когда блеск кометы достиг $6{,}5^{m}$. И я думаю, что вы уже догадываетесь, какому наблюдателю принадлежит эта оценка. Да, все верно, это вновь был зоркий Терри Лавджой. Комета Хякутакэ все быстрее и быстрее теряла блеск, стремительно удаляясь от Солнца, чтобы вернуться к нему вновь через 98 тысяч лет. А последний раз, 2 ноября 1996 года, в обсерватории Сайдинг-Спринг ее наблюдал Роберт Макнот, к рассказу о главном открытии которого мы и переходим.

Комета C/2006 P1 (McNaught)

Большая комета 2007 года Роберта Макнота. Я уже рассказывал об этом уникальном охотнике за кометами, так что не буду повторяться и скажу лишь, что для него, в отличие от всех открывателей, о которых я говорил, это открытие действительно было рядовым событием, ведь на личном счету Роберта уже числилось более двух десятков новых комет. И лишь спустя какое-то время он поймет, что в этот раз в его сети попалось что-то особенное – одна из самых ярких комет в документированной истории астрономии!

В ночь на 7 августа 2006 года 50-сантиметровый Уппсальский телескоп обсерватории Сайдинг-Спринг занимался привычным для него делом – искал новые астероиды и кометы. Небо было светлым от практически полной Луны, и Роберт не ждал сегодня открытий, но раз есть погода – нужно наблюдать. Телескоп последовательно обходил площадку за площадкой, потом возвращался и проходил их снова. И так четыре раза. Автоматизированная система редукции и обработки кадров, точно такая же, как у американского обзора «Каталина», искала ранее неизвестные движущиеся объекты. Роберт скучал – как он и предполагал, сегодня совсем скромный улов…

Телескоп снова пересек эклиптику под Антаресом, перейдя в созвездие Змееносец, и довольно близко подошел к области Млечного Пути, правее которого, всего в 40 градусах, в зените сияла Луна. На экране монитора, убаюкивая наблюдателя, бежали строчки технической информации. Вдруг в списке обнаруженных объектов появилась новая запись – программа что-то нашла. Роберт запустил анимацию движения только что обнаруженного объекта. В маленьком окошке двигался небольшой диффузный «комочек» 17-й звездной величины, которого не было в каталоге комет и астероидов. Высокий рейтинг находки позволял сразу разместить ее на странице подтверждения NEOCP, что Роберт и сделал.

Всего через несколько часов из Бразилии (наблюдатели К. Жакес, Э. Пиментел) поступило первое независимое подтверждение открытия. Сам Роберт наблюдал свою новую комету на протяжении нескольких дней после ее открытия. А первая приблизительная орбита была опубликована Брайаном Марсденом 8 августа. По ней выходило, что комета пройдет перигелий на расстоянии 1,55 астрономической единицы от Солнца 17 июня 2007 года. Уточненный расчет орбиты с использованием новых астрометрических измерений был

опубликован 11 числа, и он был многообещающим! Перигелий смещался значительно ближе к Солнцу, до 0,17 астрономической единицы, а дата его прохождения переносилась на 11 января 2007 года[146]. Расчеты показывали, что комета может стать ярким объектом, видимым на сумеречном небе. Астрономы застыли в предвкушении, ведь по-настоящему яркой кометы они не видели уже на протяжении десяти лет, с тех самых пор, когда весной 1997 года на небе сияла прекрасная комета Хейла – Боппа.

Весь август и сентябрь 22-я комета Роберата Макнота, получившая обозначение C/2006 P1 (McNaught), постепенно набирала яркость, достигнув 13-й звездной величины. Размер ее комы оценивался в полторы угловые минуты. С октября условия видимости начали постепенно ухудшаться – космический странник уходил на соединение с Солнцем. К середине ноября несколько опытных наблюдателей подтвердили, что блеск кометы превысил 10-ю звездную величину. Практически весь декабрь она скрывалась в лучах нашей звезды, и ее первое наблюдение после соединения состоялось лишь 26 числа, когда Петр Гузик оценил блеск в $4{,}5^m$. Перед самым Новым годом Кенити Кадота впервые заметил у новой кометы небольшой хвост протяженностью всего в четыре угловые минуты, а размер головы кометы все также оценивался в пару угловых минут. Пока комета совсем не впечатляла.

В первых числах 2007 года ее яркость начала стремительно расти. Всего за несколько дней начиная с 5 января, когда ее блеск достиг нулевой звездной величины, комета стала отлично видна как объект -3^mочень низко над горизонтом. 11 января она вошла в поле зрения обоих космических аппаратов STEREO, а спустя сутки ее заметили и на кадрах солнечного коронографа C3 космической обсерватории SOHO, когда она стала самой яркой кометой, зафиксированной этим охотником за околосолнечными кометами. 14 января блеск C/2006 P1 (McNaught) достиг максимума -6^m! Комету можно было легко наблюдать днем, просто закрыв Солнце ладонью. Как раз с этого момента и началось настоящее представление.

По мере того как комета, удаляясь от Солнца, уходила на южное небо (вообще, северным наблюдателям очень часто не везет), у нее начал формироваться красивейший вееропободный хвост, которого жители Земли не видели со времен кометы Веста. 18 января Терри Лавджой оценил его длину в 15 градусов, а тремя днями позже Эндрю Пирс заявил уже о 24 градусах. К 25 января тончайшая волнообразная вуаль синхронов хвоста кометы Макнота простиралась уже на все 30 градусов. Наступившее в начале февраля полнолуние ознаменовало конец

представления: комета и ее хвост начали тускнеть, слабея день ото дня. Комета перестала быть видимой невооруженным глазом в первой половине марта, а ее последнее наблюдение с помощью телескопа было проведено 11 июля 2007 года. Я рассказал вам о первом посещении Солнца кометой Макнота, а их вторая встреча состоится нескоро – через 150 тысяч лет.

Комета C/2011 W3 (Lovejoy)

Ноябрьская ночь была тепла, а небо в Торнлендсе (Квинсленд, Австралия) искрилось тысячами звезд. Откатная крыша любительской обсерватории была открыта и скромный, хотя и светосильный, двадцатисантиметровый телескоп известного наблюдателя и открывателя комет Терри Лавджоя вновь вышел на свою охоту. К утру на компьютере скопились триплеты двухсот поисковых площадок, и началась их обработка. Рутинное дело – просеивание тысяч кадров в поисках одного, того самого, на котором и запечатлена такая вожделенная находка. Этот труд незаметен окружающим – виден лишь триумф нового открытия. И его час близился.

На одном из триплетов Терри заметил быстродвижущийся диффузный объект, и его опытный глаз наблюдателя решил, что это блик. На это часто попадаются новички, думая, что видят на снимке самую настоящую «комету». Действительно, блики от ярких источников, которых даже не видно в кадре, могут выглядеть максимально похожими на косматых космических странников, и даже опытному профессионалу иногда сложно различить их визуально. В этом случае главное не торопиться, а снять «странный» объект еще раз. Так Терри и сделал. В следующую ночь он вновь пронаблюдал новый объект – тот был на расчетном месте, все той же формы и с теми же параметрами движения. Нет, это было не хитрое отражение, а реальная находка!

Он попросил пронаблюдать область, где должен был располагаться новый объект, своего хорошего, но не названного знакомого, правда наблюдения по причине плохой погоды не состоялись. Тогда Лавджой решился разместить свой новый объект на страницу подтверждения. И подтверждение не заставило себя долго ждать. Первыми находку отсняли новозеландские астрономы Алан Гилмор и Памела Килмартин – сотрудники университетской обсерватории Маунт Джон, расположенной близ озера Текапо. А с 2 декабря полился настоящий дождь независимых подтверждений от многих обсерваторий Южного полушария Земли. В этот же день вышел официальный циркуляр ЦБАТ об открытии новой кометы, получившей обозначение C/2011 W3 (Lovejoy).

В этом же циркуляре присутствовала и официальная орбита новой кометы. Стоит отметить, первым высказал предположение о том, что это может быть крупная околосолнечная комета семейства Крейца, еще один известный австралийский кометный

наблюдатель Майкл Маттиоццо. Опубликованная орбита подтвердила его догадки. Расчеты показывали, что комета Лавджоя пройдет перигелий через две недели, 16 декабря 2011 года, всего в 0,0056 астрономической единицы от Солнца. И это была первая комета семейства Крейца, открытая с Земли с 1970 года! Астрономы затаили дыхание…

Новая комета быстро увеличивала блеск, набрав за неделю 4 звездные величины и к 5 декабря достигнув отметки $11{,}5^{m}$. Пока одни следили, как комета становится ярче, другие строили догадки о ее дальнейшей судьбе: переживет ли она сближение с Солнцем или все же распадется, как часть ее «скребущих» собратьев. Многие астрономы сходились на том, что диаметр ядра кометы, хотя и на порядок превосходит размеры обычных мини-комет семейства Крейца, но все равно не превышает 200–300 метров, а значит, и эта гостья не избежит подобной участи.

Так как условия наблюдения с Земли оставляли желать лучшего, на помощь пришли сразу шесть космических аппаратов (STEREO-A, STEREO-B, SOHO, SDO, Hinode и PROBA2), которые сообща и попеременно следили за убийственным полетом очередного ледяного мотылька к Солнцу. Первым пронаблюдал комету еще 3 декабря известный нам космический аппарат STEREO-A. В поле зрения околосолнечного кометного охотника SOHO комета вошла лишь 14 декабря, менее чем за двое суток до перигелия. Весь мир облетела потрясающая анимация, составленная из снимков космического аппарата STEREO-A с летящей навстречу гигантскому солнечному протуберанцу кометой.

Уникальные кадры, когда C/2011 W3 пулей скрылась за диском Солнца и вновь появилась с другой стороны, пройдя над его поверхностью всего в 120 тысячах километров, также были запечатлены благодаря ультрафиолетовой камере (EUVI) все того же спутника STEREO-A.

За кометой следили и с Земли. Первыми, после того как она вновь появилась из-за Солнца, ее увидели Рик Бэлдридж и Брайан Дэй из обсерватории колледжа Футхилл (Калифорния, США). Закрывшись от Солнца стеной здания и сфокусировавшись на Венере, они навели свой сорокасантиметровый телескоп на ту область неба, где должна была появиться опаленная Солнцем комета. И она появилась. Крохотный, практически звездообразный объект -1^{m} со странным закрученным хвостом длиной всего в 20 угловых секунд. Через несколько часов комету на свой телескоп снимет и ее первооткрыватель – Терри Лавджой (его оценка блеска $-1{,}2^{m}$). Комету продолжали наблюдать – она была хорошо видна на дневном небе даже в

бинокли и небольшие телескопы. К 19 декабря хвост кометы протянулся на 30–40 угловых минут, что, конечно, не шло ни в какое сравнение с чемпионами в этой дисциплине: кометами Икэя – Сэки и Хякутакэ.

Казалось, что комета выжила, а значит, размер ее ядра, скорее всего, составлял не менее полукилометра в диаметре. Но уже 20 декабря появились снимки, говорящие о том, что с ядром что-то происходит. Первым об этом сообщил чешский астроном Якуб Черны. На кадрах было хорошо заметно, что плотного ядра более не существует, оно превратилось в яркий и удлиняющийся «стержень». Ядро кометы, разрушаясь, гасло, но ее хвост, подпитываемый пылью и газом, высвободившимся из ее недр, продолжал быстро расти. 22 декабря наблюдатели оценивали его длину в 15 градусов, а к 26 числу он увеличился более чем вдвое – до 38 градусов! При этом наблюдатели отмечали, что головы кометы более не существует, остался лишь ее протяженный хвост. Один из последних снимков погибшей кометы 4 января 2012 года сделал Майкл Маттиаццо – едва различимый призрачный хвост на фоне Млечного Пути. Комета Лавджоя, или Великая Рождественская комета 2011 года, как ее стали называть, вполне оправдала возложенные на нее ожидания, став на данный момент второй по яркости кометой XXI века. На этом я завершаю свой рассказ о потрясающих странниках Солнечной системы прошедшего столетия и буду очень рад, если уже вы продолжите летопись ярких комет!

X. История одной кометы, или Куда приводят мечты

10 сентября 2010 года. Ослепляюще нестерпимый свет лампы ударил мне в глаза. Специальный офтальмологический расширитель не давал их закрыть, и надо мной склонилась нечеткая темная фигура врача. Мне пересаживали донорскую роговицу глаза, так как моя, испорченная кератоконусом[147], была уже непригодна. Этим глазом я видел лишь силуэты, а в истории болезни было записано: «Острота зрения – 0,05».

В медикаментозной полудреме, находясь в сознании, перед моим мысленным взором возник старый уличный фонарь, поскрипывающий на ветру. А высоко над ним в вечернем мартовском московском небе висела комета. Я впервые видел комету вот так, своими глазами, и она представала во всей красе: ее мощная голова и хвосты, протянувшиеся на десятки миллионов километров. Комета казалась неподвижной, но на самом деле мчалась сквозь космос со скоростью свыше 43 километров в секунду. Впереди ее ждала встреча с Солнцем и новый оборот, который продлится в течение долгих 2470 лет. В голове всплывали футуристические картины Земли: что будет тогда здесь, на нашей планете, и увидят ли ее вновь глаза людей? Древний небесный странник набирал скорость и несся вперед, а я все стоял под уличным фонарем как завороженный, неистово желая открыть такую же комету! Конечно, на тот момент эта мечта казалась мне абсолютно несбыточной, словно сейчас полететь на один из спутников Юпитера. У меня не было даже телескопа, а над головой простиралось блекло-серое засвеченное небо мегаполиса…

Любовь к кометам появилась у меня давно, еще в средней школе. Впервые я познакомился с ними на страницах книги, буквально перевернувшей мою судьбу. «Сокровища звездного неба» Феликса Юрьевича Зигеля[148] – первая книга об астрономии, влюбившая меня в эту красивейшую науку. Долгое время моя уже взрослая жизнь не была связана с космосом, хотя я все так же увлекался астрономией и проводил любительские наблюдения с небольшим рефлектором во дворе нашего двухэтажного, давно уже снесенного, дома. В 2007 году я случайной узнал о новой возможности удаленных наблюдений. Не отходя от компьютера, теперь можно было подключиться к роботизированному телескопу на другом конце планеты и работать с ним так, как будто он находится не в тысячах

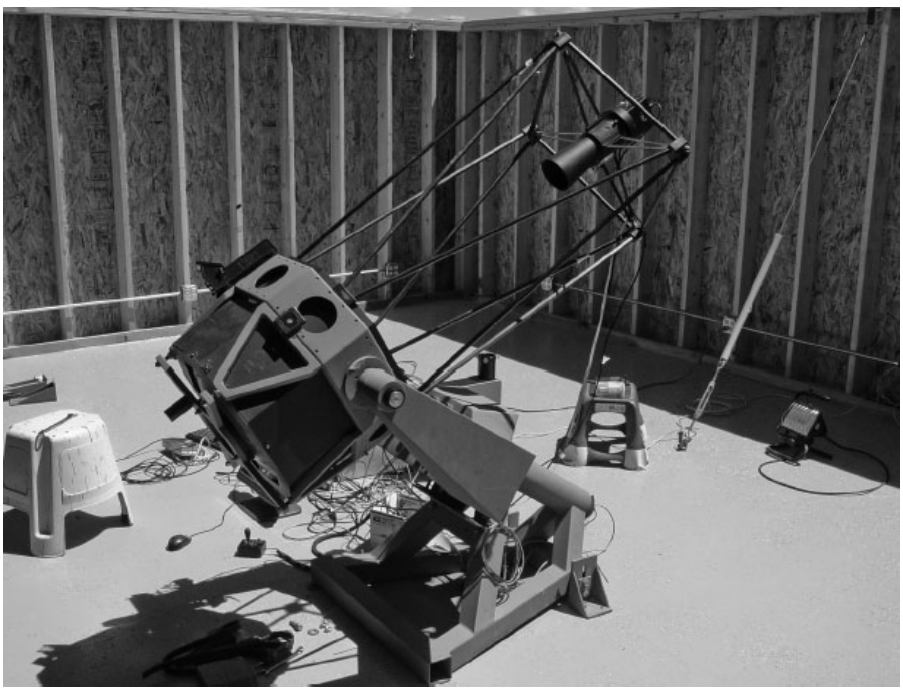
километров, а у тебя за стенкой. Я загорелся этой идеей и начал буквально засыпать своими заявками на наблюдения западные обсерватории, ведь в то время в нашей стране подобные технологии попросту отсутствовали. В основном это были обсерватории США. Да, наверное, это было очень наивно, а может, и самонадеянно, но все же я добился своего!

В 2008 году произошел переломный момент – я наконец-то получил удаленный доступ к одной из «школьных» обсерваторий. Это была обсерватория образовательного фонда Tzec Maun, предоставляющая доступ школьникам США к небольшим любительским телескопам, о которых в тот момент я мог лишь мечтать. Началась работа, в которой все для меня было внове. Я учился искать новые переменные звезды и астероиды, изучал наблюдательные техники и необходимое программное обеспечение, астрометрию и фотометрию малых тел Солнечной системы и далеких звезд. Так прошло несколько месяцев. Первое открытие состоялось 1 декабря 2008 года. Это был астероид Главного пояса, получивший временное обозначение 2010 XE. Набираясь опыта, я двигался вперед. В 2009 году я запустил научную программу по переоткрытию короткопериодических комет, то есть обнаружению уже известных комет в их новом сближении с Солнцем. Да, конечно, это не было «настоящим» открытием кометы, но новый опыт вел меня в нужном направлении – я планомерно двигался к своей мечте.

Открыть астероид Главного пояса или возвращающуюся комету, пусть и не наблюдаемую десятилетия, конечно, много проще, чем ранее неизвестную комету, и инструмент, на котором я работал в то время, плохо подходил для подобной задачи. Нужно было бóльшее поле зрения, чтобы иметь возможность осматривать за наблюдательную ночь бóльшую площадь небесной сферы. В посткризисном 2009 году, уже обладая ценным наблюдательным опытом, я перешел на работу из коммерческой фирмы в Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН – головную научную организацию Российской академии наук по проблемам изучения космического мусора, и вскоре предложил создать выделенный обзорный проект, но на этот раз нацеленный на поиск и обнаружение малых тел Солнечной системы. Задумка была проста: освоить технику подобных наблюдений и обработку получаемых данных на небольшом прототипе с возможностью быстрого масштабирования накопленного опыта на более крупные поисковые инструменты. Идея была одобрена, и началась ее реализация…

Щелкнул выключатель, и огромная лампа, похожая на фасеточный глаз гигантского насекомого, начала медленно

гаснуть, меняя свой цвет от ослепительно белого к оранжевому. Меня отвезли в палату. Начался долгий процесс восстановления, в ходе которого мне строго-настрого было запрещено напрягать прооперированный глаз. Через две мучительные недели с него сняли ненавистные швы, и я почувствовал себя лучше. С июля 2010 года я управлял новым роботизированным удаленным обзорным телескопом, и мне не терпелось продолжить свою работу. Глаз заживал, зрение постепенно возвращалось. Забыв про наказы врачей, я начал тестовые наблюдения и обработку получаемых данных. Глаз слезился, я отдыхал, заливая его специальными каплями, и снова садился за блинкование кадров. Несмотря ни на что, я вновь был погружен в эту работу, и, возможно, именно поэтому судьба дала мне шанс.



Телескоп, на котором была обнаружена комета C/2010 X1 (Elenin)

Спустя ровно три месяца после операции в Москве был холодный бесснежный будний день. Роботизированный телескоп, находящийся от наблюдателя в 9,5 тысячи километров, остановился и замер – ночь была окончена, а целая гора полученных снимков ждали обработки. Конечно, специализированные программы помогают обнаруживать кандидатов в ранее неизвестные объекты, но в конечном итоге решение остается за человеком. Именно он должен сказать

последнее слово – реален ли отобранный умной программой объект или это лишь хитрый шум, пытающийся запутать наблюдателя. Даже сейчас, когда уже вовсю применяются методы глубоко машинного обучения, ни одна из современных программ пока не может заменить натренированного глаза человека-наблюдателя.

К обеду по московскому времени было обработано около трети полученных за ночь данных – среди находок оказалось несколько ранее неизвестных астероидов, судя по скорости и направлению движения, скорее всего, являющихся банальными астероидами Главного пояса. Дальнейшая работа была прервана звонком и новой задачей – отвезти стопку документов на подпись в ЦНИИмаш[149], расположенный в подмосковном Королеве. Я закрыл удаленный рабочий стол и стал собираться. Казалось, что день не задался.

Вечером, уже по пути домой, я то и дело возвращался к мысли, что необходимо дообработать оставшиеся кадры сегодня, не оставляя их на завтра, когда, вполне возможно, меня уже будут ждать свежие данные новой ночи. Когда я добрался домой, меня ждал очередной «сюрприз». Невероятно, но факт – во всем доме было отключено электроснабжение, подачу которого возобновили лишь к десяти часам вечера. День действительно не задался…

Скажу честно – я уже планировал оставить все необработанные снимки на завтра, но пересилил себя, как уже бывало не раз, и все же сел за обработку. За несколько минут до полуночи я открыл новую группу из четырех повторяющихся кадров – небольшой участок неба, снятый с интервалом в 15 минут. Хотелось спать, а мысль о том, что впереди еще не менее двух часов напряженной работы, после чего на сон останется всего четыре часа, вгоняла меня в тоску.

Программа обработки изображений и поиска движущихся объектов уже подготовила список кандидатов. Обычно это несколько десятков «находок» на каждую поисковую площадку, хотя бывает, что их обнаруживается более сотни. Позволяя программе детектировать более слабые объекты, ты увеличиваешь количество ложных срабатываний, и наоборот, можно настроить алгоритм так, что он будет «видеть» лишь самые яркие объекты, но зато практически все они будут реальными. Это вопрос баланса и того, насколько сильно ты хочешь сделать открытие. Я очень хотел.

И вот на экране восьмой объект из списка детектирований одной из площадок со странным на первый взгляд внутренним обозначением WJ08B04. На самом деле ничего странного здесь нет, а этот «код» точно определяет принадлежность нового

кандидата к своей поисковой площадке: «W» – порядковый номер половины месяца в году, то есть «A» соответствует 1–15 января и так далее; «J» – порядковый номер дня (десятый день декабря); «08» – порядковый номер кандидата площадки «B04». Это лишь пример того, как данный подход реализовал я, другие обсерватории придумывают что-то свое, но идеи обычно схожи и их смысл понятен – удобная каталогизация.

На экране монитора в небольшом окошке, в зацикленном движении, перемещался объект. Он сразу показался мне реальным. Вообще, наверное, каждый наблюдатель, занимающийся подобным делом, вырабатывает какие-то свои правила и критерии. Я руководствовался собственным правилом «первого взгляда», которое, как и многое другое, передал главному герою своей художественной книги «Предел Бортля». В чем же оно заключается? Важно первое впечатление, когда немного екает сердце и ты говоришь себе: «Да, это реальный объект». Это «впечатление» и есть квинтэссенция накопленного тобой опыта. Мозг проделывает молниеносную работу и дает ответ: да или нет. И лишь потом, спокойно анализируя свое первое решение, ты понимаешь, какой объем данных мгновенно обработало твое подсознание: внешний вид (морфологию), параметры движения, положение нового объекта на снимке и на небесной сфере. Все это очень важно и все это нужно учитывать, чтобы дать верный ответ. И в этот раз ответ был «да»!

Но это еще не всё. Реалистичный, немного туманный объект был необычным: «странность» заключалась в том, что у него наблюдался едва заметный широкий и короткий хвост. Причем он был виден на всех четырех кадрах, то есть это не артефакты изображения. Чтобы усилить сигнал, нужно было сложить воедино все снимки. Но не просто так, а с учетом собственного движения нового объекта. Результирующее изображение показало, что хвост – не фантазия, не попытка выдать желаемое за действительное, а наблюдательный факт. Понятно, что на протяжении всех описываемых событий мое сердце стучало как сумасшедшее, а за окном маленькой кухни уже давно была глубокая ночь.

В голове промелькнула мысль, что это может быть повторным возвращением одной из косматых странниц с плохо определенной орбитой. Скопировав свои астрометрические измерения, то есть полученные экваториальные координаты неизвестного объекта, я еще раз вручную проверил их идентификацию на сайте Центра малых планет. Нет, в окрестностях этого участка неба не было ни одной ранее известной кометы. Я написал первое сообщение на один из российских астрономических форумов с просьбой

поддержать наблюдениями и начал готовить официальное письмо об открытии в Центральное бюро астрономических телеграмм, по сути, даже не понимая, как его следует правильно оформлять.

Помощь пришла от астронома-любителя Артема Новичонка, который смог оперативно получить небольшое количество наблюдательного времени на полутораметровом «Цейссе» обсерватории Майданак (Республика Узбекистан). Наблюдения были проведены украинским астрономом Алексеем Сергеевым, находившимся в тот момент «на горе». Томительное ожидание длилось несколько часов, но адреналин и предчувствие чуда сняли сон как рукой. Ведь я находился всего в шаге от детской мечты того мальчика, стоящего под раскачивающимся желтым фонарем…

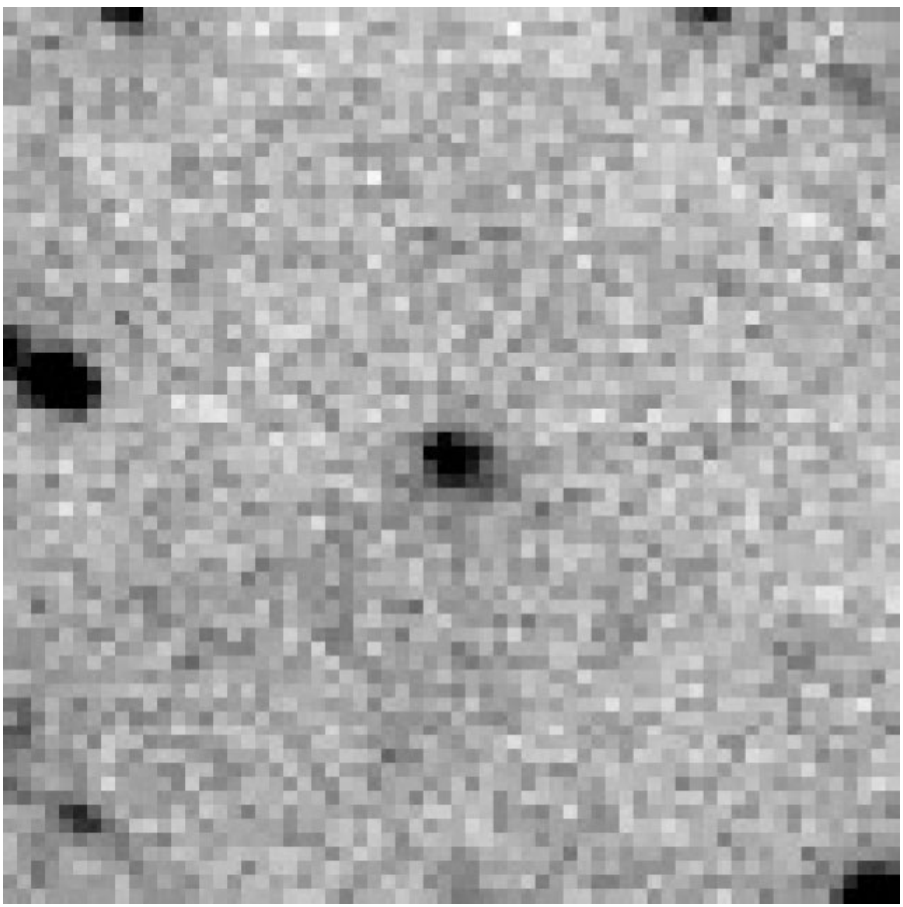
И вот подтверждение и снимок: летящая комета с широким коротким хвостом. Эта фотография позже облетела все СМИ, но пока не будем забегать вперед. Да, это была самая настоящая новая комета. Я отправил уже заготовленное сообщение об открытии. Дело было сделано, и мне оставалось лишь ждать.

Проспав пару часов, я проснулся совершенно разбитым, и мне казалось, что все то, что произошло ночью, лишь сон. Но нет, объект WJ08B04 все еще находился на странице подтверждения, и более того, появились новые независимые подтверждения из обсерваторий Энгельгардта (Северо-Кавказской Зеленчукской станции, наблюдатели Т. Крячко, Б. Сатовский), Тзек Маун (Мейхилл, США, наблюдатели С. Плакса, Д. Честнов, А. Новичонок), Малина Ривер (Поволетто, Италия, наблюдатели Г. Состеро, Ф. Гуидо, В. Гонано, Л. Донато), Магдалена Ридж (Соккоро, США, наблюдатель В. Райн), обсерватории Скиапарелли (Варесе, Италия, наблюдатель Л. Буззи). Дополнительные наблюдения снова провели на Майданаке (наблюдатели А. Сергеев и А. Новичонок). Когда я немного пришел в себя и проанализировал вчерашние события, по спине у меня пробежал холодок: ведь мое открытие буквально висело на волоске.

Дело в том, что в ту же самую ночь 68-сантиметровый телескоп обзора «Каталина» наблюдал практически ту же область небесной сферы. Это было ясно видно из карты покрытия. Он не дошел до новой кометы всего одного поля зрения! Конечно, объект был на пределе проницающей силы телескопа (безусловно, не абсолютной, но в обзорном режиме работы этот телескоп использует короткие экспозиции), но все же шанс оставался, и далеко не нулевой. И если бы я отложил обработку кадров на следующий день, то вполне мог выпустить это долгожданное открытие из рук, так как его приоритет ушел бы моим американским коллегам. Но история, как мы знаем, не имеет

сослагательного наклонения, и ночью 12 декабря вышел официальный циркуляр Центра малых планет (MPC), где новой комете присваивалось обозначение C/2010 X1 (Elenin) – тринадцатилетняя мечта осуществилась!

Думаю, здесь стоит немного остановиться на обозначении комет. Все они разделяются на короткопериодические и долгопериодические. Первые совершают оборот вокруг Солнца (точнее – вокруг барицентра Солнечной системы) менее чем за 200 лет, а вторые – за больший срок. Первым присваивается префикс «P» от periodic, а вторым – «C» от comet. Далее, как нетрудно догадаться, идет год открытия, уже упоминавшийся выше номер полумесяца (буква «I» пропускается) и порядковый номер открытия в этот временной отрезок. И так мы можем понять, что моя находка была первой кометой, открытой в первой половине декабря 2010 года.



Комета Еленина во время открытия

Что чувствовал я? Я был счастлив! Осуществилась мечта,

которая еще десять лет назад казалась мне абсолютно несбыточной. Это открытие стало первым в истории Российской Федерации. Последний раз ученые, тогда еще Советского Союза, открывали комету в далеком 1990 году – двадцать лет назад! Новость подхватили СМИ, я стал получать просьбы о своих первых и таких волнительных интервью. Спустя неделю после открытия я был удостоен звания лучшего молодого ученого Института прикладной математики РАН (где работаю и по сей день) за 2010 год и медали имени Мстислава Всеволодовича Келдыша[150].

Эйфория постепенно уступала место некоторому разочарованию – первая официальная орбита кометы вгоняла в грусть. По ней выходило, что «моя прелесть» – вполне заурядная находка и, конечно, не чета великой комете Хейла – Боппа. Расстояние ее перигелия оценивалось в 5,2 астрономической единицы, то есть комета не должна была подойти к Солнцу ближе орбиты Юпитера, ей суждено остаться такой же тусклой для земного наблюдателя, как и в момент открытия. Каждый день поступали новые наблюдения, и разные расчеты давали различные результаты. По некоторым из них получалось, что комета все же сможет пересечь снеговую линию водяного льда и набрать еще несколько звездных величин своего блеска. Уточнение орбиты осложнялось тем, что комета перемещалась на небесной сфере практически вдоль луча зрения земного наблюдателя, и ее угловое смещение, пройденное за неделю после открытия, оставалось совсем небольшим.

В самом конце года я выступал с рассказом об открытии кометы на новогодней встрече Московского астроклуба, и именно в этот момент вышел официальный циркуляр с обновленной орбитой. И он многое менял! По новому решению орбиты расстояние перигелия кардинально сократилось и составило всего 0,44 астрономической единицы, то есть комета должна была не только глубоко войти во внутреннюю область Солнечной системы, но и пересечь орбиты Земли и даже Венеры! Дата максимального сближения с Солнцем переносилась на 5 сентября 2011 года. Новые данные подхлестнули и новые расчеты условий видимости и предполагаемого блеска. Теперь пессимистичные прогнозы гласили, что комета будет видна в бинокль, а оптимистичные оценки вселяли надежду на видимость невооруженным глазом. Комета стала популярной среди наблюдателей, и поток измерений все увеличивался. В январе 2011 года параметры орбиты устоялись: комета пройдет перигелий 10 сентября в 0,48 астрономической единицы от Солнца. Эксцентриситет ее орбиты немного превышал единицу, а

значит, комета летела по «разорванной» гиперболической орбите. Такое значение не является показателем межзвездного происхождения, а вызвано гравитационными возмущениями планет-гигантов. У первой, безусловно межзвездной кометы Борисова, о которой мы говорили в отдельной главе, эксцентриситет был втрое больше!

Итак, любители астрономии по всему миру ждали приближения кометы и задавались вопросом, покажет ли она настоящее представление или, как часто бывает, не оправдает возложенных на нее надежд. А я продолжал работать, перелопачивая гигабайты данных каждую ясную ночь, и мне казалось, что о комете постепенно стали забывать. Здесь, думаю, стоит немного отвлечься от научной части рассказа и затронуть не менее увлекательную – конспирологическую.

Весной 2011 года я получил странное электронное письмо, где меня спрашивали, существую ли я на самом деле и если да, мои ли это аккаунты в западной социальной сети, и правда ли все то, что пишут о моей комете? Ниже приводились ссылки на некоторые иностранные, в основном англоязычные статьи, которые, если выражаться литературно, меня сильно удивили. Оказалось, что в западном информационном поле уже какое-то время интенсивно раскручивалась тема «необычной» кометы, от которой точно не стоит ждать ничего хорошего. Аргументы, как водится, были «неубиваемыми». К примеру: разве назовут обычную комету «X1»? Конечно, нет! Вот вам первый «факт» (особо внимательные читатели уже заметили, что эта глава книги тоже X). Хотя кометы с таким индексом появляются практически каждый год. Вторым аргументом был сам загадочный первооткрыватель и его фамилия, а точнее зашифрованное послание, стоящее за ним. Действительно, тогда меня немного знали в астрономическом сообществе, но комет с таким именем еще не было. Поэтому, ничтоже сумняшеся, часть нечистоплотных журналистов и прочих охотников за сенсациями объявили меня выдуманным персонажем. Сама фамилия расшифровывалась как Extinction Level Event Nibiru In November («Событие мирового вымирания Нибиру в ноябре»). Да, помните, я говорил про кадры кометы, снятые на обсерватории Майданак? Это была именно та серия кадров, сложенных по движению небесного тела. И как бывает в таких случаях, окружающие звезды «растянулись» в треки. Таких звезд было три, и они как будто окружали комету.

Конспирологи, далекие от вопросов обработки астрономических кадров, сразу сказали, что на фото запечатлен космический корабль или даже корабли, которые, обогнув Солнце, непременно возьмут на абордаж нашу планету. Правда,

максимальное сближение кометы с Землей, когда их должны были разделять немногим менее 35 миллионов километров, ожидалось 16 октября, а никак не в ноябре. Про саму легенду о выдуманной планете Нибиру, которая все никак не появится, я не буду рассказывать, так как это выходит за рамки данной книги.

Была и классическая тема прохождения Земли сквозь «отравленный» ядом кометный хвост. Такое уже было в 1910 году, когда наша планета проходила сквозь хвост кометы Галлея. И тогда, стоит это признать, продавцы научного новшества – защитных масок, предтечи противогазов, неплохо нагрели на этом руки. Прошло 100 лет, но люди в массе своей не изменились. В этой книге мы уже говорили про кометные хвосты и концентрацию в них вещества. Поэтому я уверен, что выводы вы сделаете сами. Кстати, сюда же можно отнести и еще один слух – комета пройдет перед Солнцем, и на Земле на несколько дней наступит ночь. Конечно, все эти средневековые домыслы были абсолютной чушью.

И вроде бы все это смешно и наивно, но множество людей по всему миру вновь поверили таким бредням. Моя электронная почта была завалена письмами с просьбами и даже требованиями сказать правду. Но под «правдой» понималось и принималось лишь подтверждение подобных слухов. О том, что комета абсолютно безопасна для жителей Земли, практически никто не хотел слушать. Запомнилось письмо от фермера из Оклахомы, в котором мужчина средних лет просил ответить, с какой стороны холма ему необходимо сделать вход в его импровизированное кометоубежище? Вы не поверите, но в социальных сетях стали появляться мои двойники, распространявшие самую «жареную» информацию о комете. Истерия быстро набирала обороты, хотя у нас в стране пока все было тихо. Лишь к маю эта волна частично докатилась и до нас. Я давал интервью, в том числе федеральным каналам, набираясь опыта и строя свой рассказ так, чтобы его нельзя было перемонтировать, полностью перевернув смысл с ног на голову. Да, и такой поучительный опыт у меня тоже был. Лавина слухов и домыслов привела к тому, что NASA, в лице своего старшего научного сотрудника Дэвида Моррисона, выступило с официальным заявлением, что приближающаяся комета совсем небольшая, одна из многих себе подобных и ничем не примечательна, кроме «диких историй вокруг нее», породивших такой жгучий ажиотаж.

Позже, когда все встало на свои места и появилась уже вторая комета с моим именем, на международной конференции Asteroids, comets, meteors 2012, проходящей в Ниигате (Япония), со мной фотографировались, чтобы в шутку выложить в соцсети

подтверждение моего существования. Но мне так и осталась интересна природа подобного поведения: кто и зачем начал раскачивать этот маховик лжи и паники? Хотя с вопросом «зачем» все более-менее понятно. А вот тема массовой веры в подобные вбрасываемые сплетни могла бы стать, как мне кажется, вопросом для внимательного психологического, а может, и психиатрического изучения и анализа…

Но вернемся к герою, а точнее, к героине моего рассказа. Она продолжала свой полет сквозь Главный пояс астероидов, расположенный между орбитами Марса и Юпитера. Интересной особенностью кометы было то, что ее орбита имела совсем небольшое наклонение к плоскости Солнечной системы (к эклиптике), что не характерно для комет, а больше свойственно планетам и астероидам. Исходя из этого, в марте были проведены расчеты возможных сближений кометы с астероидами на ее пути. Было обнаружено два тесных сближения до дистанции меньше среднего расстояния от Земли до Луны[151]. 19 апреля ядро кометы должно было пройти всего в 325 тысячах километров от астероида (336595) 2009 TJ9, а через месяц, 21 мая, комету C/2010 X1 ожидало еще более тесное сближение с астероидом (74732) 1999 RQ176 – до 226 тысяч километров. Я думаю, что с его поверхности открывался бы потрясающий вид на хвост и голову кометы, диаметр которой уже перевалил за 100 тысяч километров. Помимо объектов Солнечной системы, 17 апреля небесная странница прошла всего в семи угловых минутах от красивой спиральной галактики NGC 3423, открытой великим Уильямом Гершелем в 1784 году. Конечно, это сближение было лишь оптической иллюзией, ведь расстояние до самой галактики составляет примерно 40 миллионов световых лет.

В этот период комету наблюдали не только любительские телескопы. 28 марта она стала целью для самого крупного телескопа Евразии – БТА[152]. C/2010 X1 (Elenin) только прошла снеговую линию водяного льда, хотя в ее спектре и до этого уже обнаруживались молекулы CN и C_3. Оценка низкой газопроизводительности кометы удивила ученых, ведь такие показатели были свойственны короткопериодическим кометам, которые уже совершили множество сближений с Солнцем. Позже этот вывод наших астрономов подтвердили и зарубежные коллеги.

Весна сменилась летом, а комета прошла отметку в 2 астрономические единицы до Солнца. В этот период ее наблюдения из Северного полушария Земли стали затруднены. К концу июня, когда комета пересекла орбиту Марса, от визуальных наблюдателей поступили сообщения о том, что блеск кометы

приблизился к 10-й звездной величине, а расчеты фотометрической модели давали оценку пика блеска в районе четвертой величины, то есть комета все же должна была стать визуальной. Некоторые наблюдатели высказывали предположение, что в момент прохождения кометы на фоне Солнца, из-за эффекта переднего рассеивания, блеск кометы может кратковременно увеличиться на несколько звездных величин. Но для этого было нужно, чтобы угол между наблюдателем, кометой и Солнцем был минимальным, а в коме кометы присутствовало большое количество частичек пыли нужного размера, сопоставимого с длиной волны видимого света (около одного микрона[153]), которые и должны были эффективно рассеивать свет. Совпадут ли все эти факторы? На этот вопрос ученым еще предстояло ответить.

В конце июля комету ждало новое событие – сближение до 7,4 миллиона километров с космическим аппаратом STEREO-B. Но для того, чтобы наблюдать комету, спутник нужно было переориентировать и навести на объект съемки. Такие процедуры с дорогостоящим инструментом, находящимся в 223 миллионах километров от Земли, несли определенный риск, но все же положительное решение было принято. Наблюдения с помощью широкопольной гелиосферной камеры HI-2 были намечены на 1–4 августа, а 6 августа голова кометы должна была войти в поле зрения узкопольной гелиосферной камеры HI-1. 22 июля был произведен «холостой» разворот космического аппарата на комету для подтверждения расчетов требуемой ориентации. Все прошло отлично!

За несколько дней до сближения с космическим аппаратом комету наблюдал самый большой в мире телескоп субмиллиметрового диапазона – пятнадцатиметровый «Джеймс Кларк Максвелл». Этот гигант, установленный на вершине гавайского вулкана Мауна-Кеа – одном из мест Земли с лучшим астроклиматом, определил газопроизводительность ядра кометы. Она оказалась неожиданно низкой для динамически новой кометы, которой безусловно являлась C/2010 X1 (Elenin). По этому показателю комета была схожа с большинством короткопериодических комет, к примеру 103P/Hartley 2. Также в голове кометы ученые обнаружили сильный яд – синильную кислоту, которая, как мы знаем, нередкий гость в составе комет.

1 августа в 8 часов утра по всемирному времени космический аппарат STEREO-B начал медленный разворот на 135 градусов. Наблюдения за кометой продолжались в течение двух часов, после чего полученные данные ждали своей очереди для отправки на Землю. Напомню, что, в отличие от космического аппарата

SOHO, STEREO-B находился в 130 раз дальше от наземных комплексов дальней космической связи. Максимальный поток данных с борта космического аппарата был ограничен 480 килобитами в секунду, и то в идеальных условиях. Поэтому сначала передавались уменьшенные и сжатые кадры, так называемые «маячки» (beacons), необходимые для контроля точности наведения и параметров экспозиции, и лишь после этого в течение нескольких суток ученые получали полноценные научные данные. И вот перед моими глазами комета, летящая сквозь волны солнечного ветра. На заднем плане видны звезды – узнаваемый Пояс Ориона, под которым она прошла всего несколько часов назад.

Диаметр головы кометы уже перевалил за 200 тысяч километров и увеличивался с каждым днем. C/2010 X1 летела к Солнцу. К этому времени она появилась и на кадрах сверхширокоугольного инструмента SWAN космического аппарата SOHO. Первым, еще 22 июля, когда комету и SOHO разделяли 240 миллионов километров (почувствуйте разницу с пролетом вблизи STEREO-B), на снимках ее обнаружил любитель астрономии и известный первооткрыватель околосолнечных комет Владимир Безуглый.

3 августа комета прошла отметку в 1 астрономическую единицу от Солнца. По сообщениям любителей астрономии из Южного полушария, 7 августа ее визуальный блеск превысил девятую звездную величину и продолжил расти. Комета становилась все более трудно наблюдаемой с Земли – ее элонгация стремительно уменьшалась, поэтому ученые планировали подробнее изучить комету из космоса. С 20 августа она должна была войти в поле зрения коронографов COR2, аппаратов STEREO, а уже после прохождения перигелия на шесть дней появиться на снимках коронографа C3 космической обсерватории SOHO. К программе по изучению C/2010 X1 (Elenin) решили подключиться научные группы еще двух космических миссий – Venus Express и Messenger, изучающих Венеру и Меркурий соответственно. Вполне вероятно, что это могла быть единственная яркая комета, так удачно расположившаяся для наблюдений за весь срок службы этих межпланетных автоматических станций. Ученые планировали проведение наблюдений с помощью ультрафиолетового телескопа SPICAV UV (Venus Express) и спектрографа MASCS (Messenger). Более того, было принято решение о еще более уникальном общем эксперименте – одновременном наблюдении кометы с помощью обзорных камер обоих космических аппаратов (VMC и MDIS), что позволило бы создать трехмерную модель ее головы! Но этим

планам не суждено было сбыться…

Переломный момент наступил на рубеже 18–19 августа, когда комета уже пересекла орбиту Венеры и находилась на расстоянии 107 миллионов километров от Солнца. Тремя днями ранее на Солнце произошел мощный корональный выброс CME 0036, направленный в сторону приближающегося космического странника. Он достиг кометы, и этот драматический момент запечатлел все тот же спутник STEREO-B. На последовательных кадрах отчетливо видно, как могучие волны солнечного ветра обрушиваются на комету, обрывая ее ионный хвост длиной в десятки миллионов километров. Безусловно это событие вряд ли могло напрямую разрушить комету, но, по-видимому, стало тем спусковым крючком, который мог запустить процесс распада ядра, уже находящегося в области нестабильности из-за все возрастающей скорости вращения. Термическое воздействие, как и воздействие приливных сил на расстоянии в 0,7 астрономической единицы от Солнца, можно исключить, так как оно было более чем в пять тысяч раз слабее того, какое испытывают околосолнечные кометы вблизи своих перигелиев. Комета продолжала лететь к Солнцу, как ночной мотылек летит на свет гибельного огня, но, как мы узнаем совсем скоро, уже будучи смертельно раненной.

Она ждала этого момента шесть миллионов лет и вот наконец практически достигла своей цели. Спустя сутки после столкновения кометы с веществом коронального выброса нашей звезды австралийский любитель астрономии Майкл Маттиаццо, пристально следивший за ней весь ее полет, сообщил, что форма головы кометы начала меняться, а ее блеск уменьшился. Ее так и не удалось разглядеть на снимках коронографа COR2, а на немногочисленных кадрах, полученных в экстремальных условиях видимости с Земли, было видно, что псевдоядро кометы начало быстро терять конденсацию, превращаясь в облако пыли. 30 августа была зафиксирована кратковременная вспышка, увеличившая блеск примерно на три звездные величины. Скорее всего, она была вызвана окончательным разрушением ядра и высвобождением огромного количества пыли. Это привело к появлению того самого эффекта переднего рассеивания, который и дал этот прощальный всплеск яркости. Комета ушла на соединение с Солнцем и перестала быть доступна для наблюдений с Земли оптическими средствами. 7 сентября на радиотелескопе Грин-Бэнк[154] были проведены семичасовые наблюдения кометы C/2010 X1 (Elenin). Анализ данных показал, что газопроизводительность кометы более чем в 100 раз меньше расчетной, что подтверждало распад ее ядра. 23 сентября на

снимках с космического аппарата SOHO не было обнаружено никаких признаков погибшей кометы. С начала октября для наблюдателей Северного полушария условия видимости стали постепенно улучшаться, и появилась возможность отыскать ее в сумерках, но все попытки оказались тщетными. Комета исчезла…

21 октября, как гром среди ясного неба, появилось сообщение астрономов-любителей Эрнесто Гуидо, Джованни Состеро и Ника Хоуса о том, что им все же удалось обнаружить протяженное облако пыли, оставшееся от разрушившейся кометы. Все искали не то, что нужно. Не еле заметное облако с предельно малой поверхностной яркостью, а осколки распавшегося ядра. Это сообщение было подтверждено несколькими наблюдателями, в том числе и мной. А самый красивый прощальный снимок удалось сделать итальянскому астроному-любителю Роландо Лигустри.

На следующий день это облако наблюдал 3,6-метровый телескоп CFHT[155], который не обнаружил ни единого фрагмента ядра кометы более 40 метров в поперечнике – комета превратилась в космическую пыль, из которой когда-то, давным-давно, и была создана.

Странствие продолжительностью в миллионы лет подошло к концу. За это время на Земле появился Человек, который проделал свой долгий и сложный путь развития к тому, чтобы обнаружить эту комету в начале XXI века. Это история одной самой обычной кометы, диаметр ядра которой оценивается всего в 600 метров, но которая стала самой необычной для меня. Она была первой. Она была мечтой, которой суждено было сбыться. А впереди, в темных глубинах безмолвного космоса, меня уже ждали новые открытия[156]…

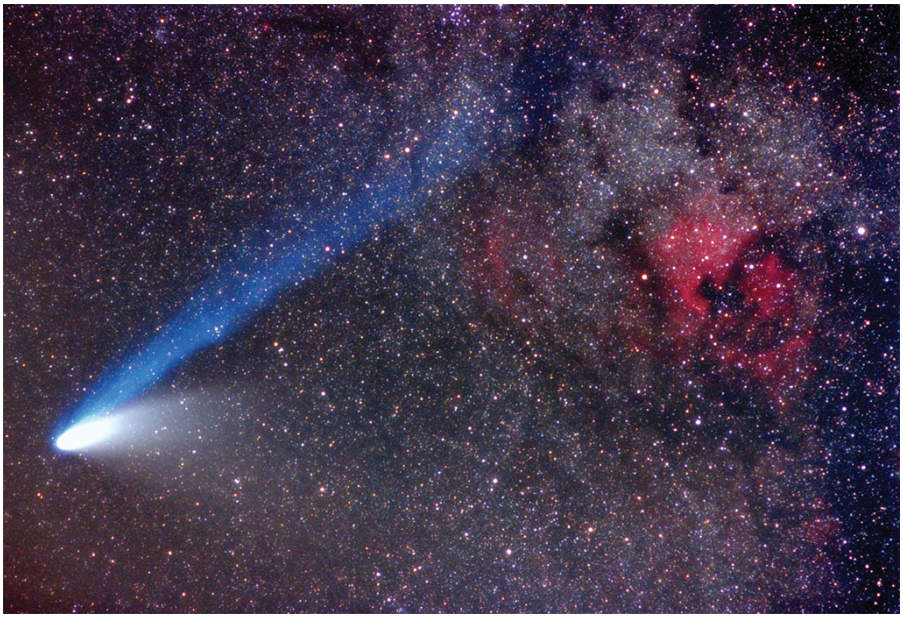
09.11.2022

Фотографии

Комета Веста

Комета Галлея в 1986 году

Комета Хартли



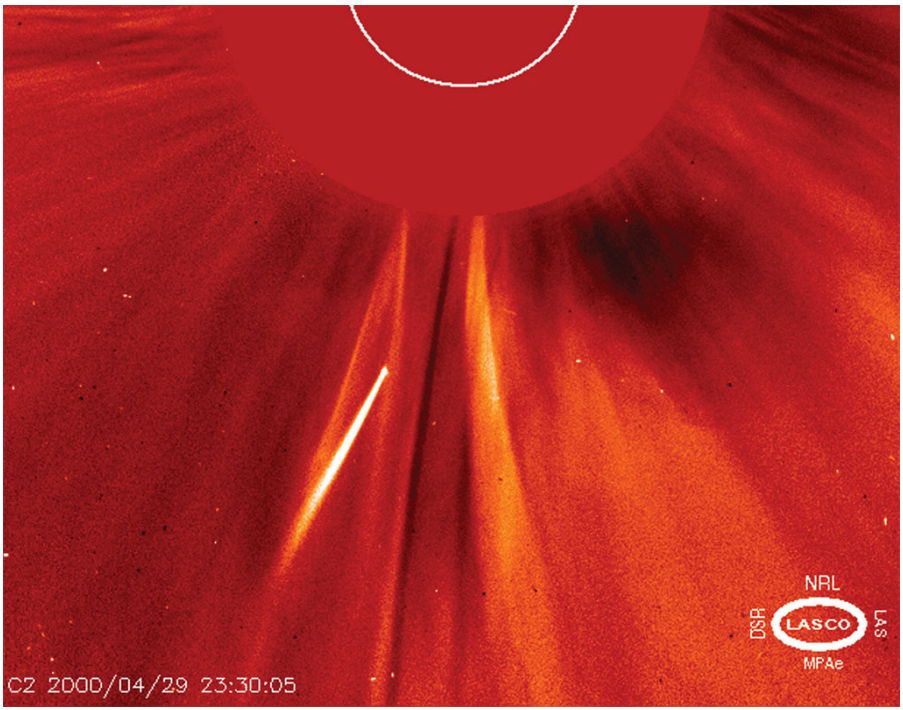
Комета Хейла – Боппа

Комета Каталина и галактика Вертушка (M101)

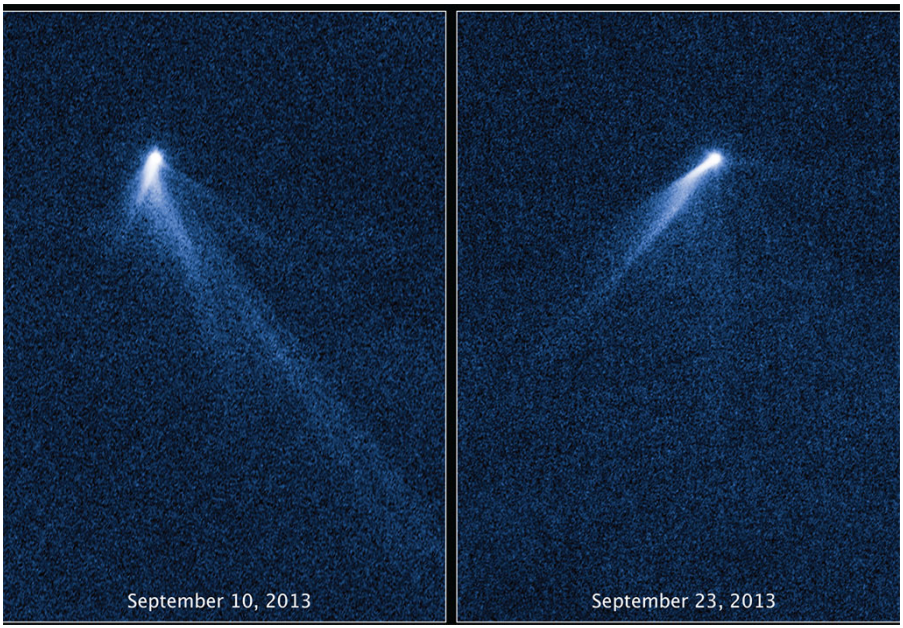
Комета Лавджоя

Комета Икэя – Сэки

Комета Хякутакэ

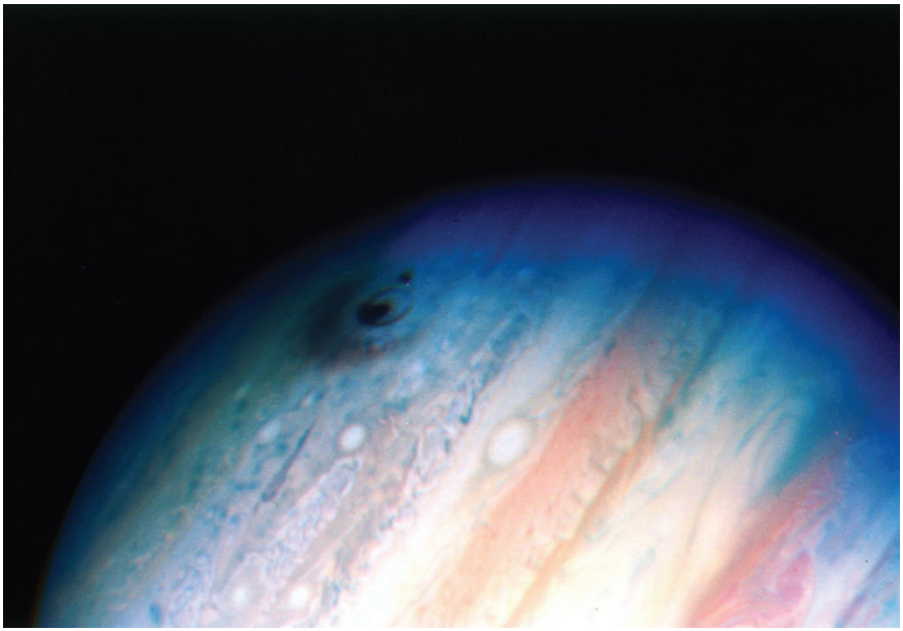


Околосолнечная комета семейства Крейца



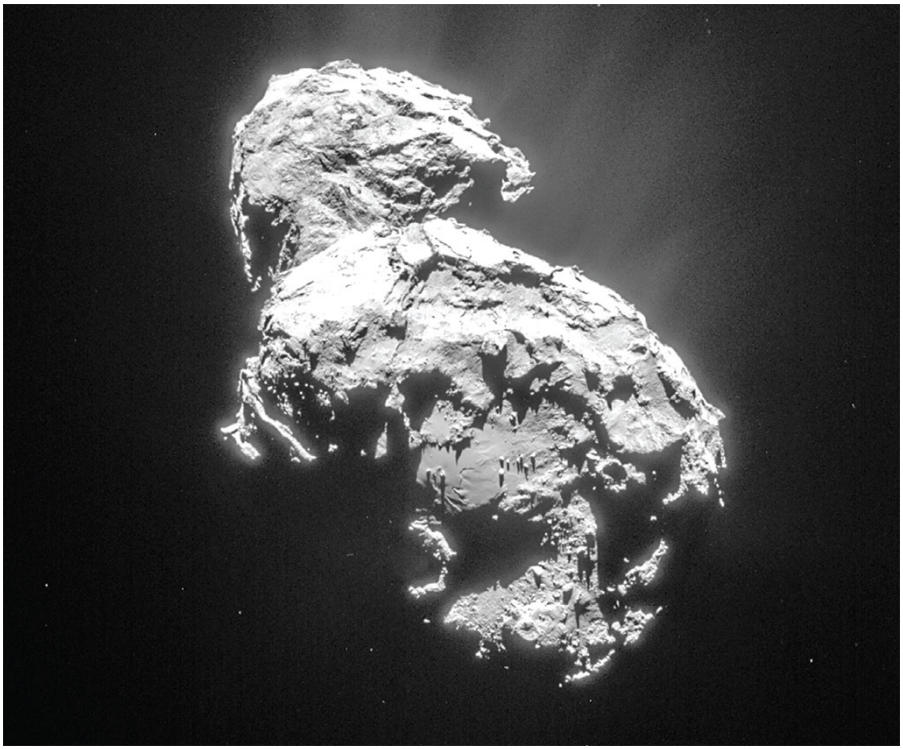
Процесс разрушения астероида главного пояса (P/2013 P5)

Результат столкновения двух астероидов главного пояса (P/2010 A2)

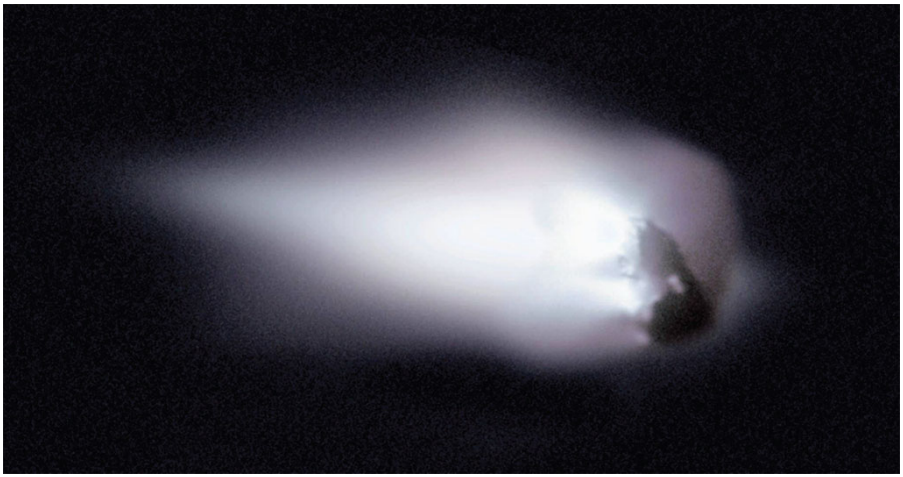


Темное пятно на Юпитере – след от падения крупного фрагмента кометы Шумейкеров – Леви 9

Комета C/2022 E3 (ZTF)



Ядро кометы Чурюмова – Герасименко



Ядро кометы Галлея

notes

Примечания

1

Ян Хендрик Оорт (*нид*. Jan Hendrik Oort; 1900–1992) – нидерландский астроном, основные научные работы которого посвящены исследованию строения и динамики Галактики, а также вопросам космогонии. Автор теории протяженного кометного облака, которое является источником наблюдаемых комет. В его честь назван кратер Оорт на Плутоне и астероид (1691) Oort.

2

Эрнст Юлиус Эпик (*эст.* Ernst Julius Öpik; 1893–1985) – эстонский астроном, одним из первых предсказавший существование облака планетезималей на периферии Солнечной системы и первым определивший расстояние до галактики Андромеды. Внес заметный вклад в исследование малых тел Солнечной системы. В честь его назван астероид (2099) Opik.

З

Астрономическая единица (а. е.) – единица измерения расстояний в астрономии, равная среднему расстоянию от Земли до Солнца и составляющая около 150 млн км.

4

Метеороид – неофициальное название астероидов размером менее 10 м.

5

Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765) – первый крупный русский ученый-естествоиспытатель, физик, химик, основоположник научного мореплавания и физической химии; заложил основы науки о стекле. Астроном – первооткрыватель атмосферы Венеры, приборостроитель, географ, металлург, геолог. Сыграл основополагающую роль в формировании русского литературного языка. Художник, генеалог, историограф; поборник развития отечественных наук, экономики, образования (разработал проект Московского университета, впоследствии названного в его честь). Его имя носят кратеры на Луне и Марсе, астероид (1379) Lomonosowa.

6

Назван в честь кентавра Хирона из древнегреческой мифологии.

7

Назван в честь Мигеля Идальго, мексиканского католического священника, лидера революционной борьбы за независимость Мексики.

8

В мифологии Уильяма Блейка Альбион – древний, первобытный, или изначальный человек, великан, вмещающий в себя не только Англию, символом которой он является, но и все народы, все человечество от его зарождения до конца истории. Это также Богочеловек, или Вечный Человек.

9

По данным, полученным АМС «Новые горизонты», экваториальный диаметр Плутона составляет 2377 км.

«Первый среди равных» (*лат.*)

11

Афелий – наиболее удаленная от Солнца точка орбиты планеты или иного небесного тела Солнечной системы.

12

Лелеакухонуа – форма жизни, упомянутая в гавайском песнопении о сотворении мира Кумулипо.

13

Планетезималь (*англ.* planet – планета и infinitesimal – бесконечно малая) – небесное тело на орбите вокруг протозвезды, образующееся в результате постепенного объединения более мелких тел, состоящих из частиц пыли протопланетного диска.

14

Третья космическая скорость – минимальная скорость, которую необходимо придать небесному телу, чтобы оно могло преодолеть гравитационное притяжение Солнца и покинуть пределы Солнечной системы. Примерно равна 16,65 км/с.

15

Астроблема, или ударный кратер, – кольцевой кратер, возникший на поверхности небесного тела при столкновении с другим космическим телом меньшего размера.

16

Прогенитор – прародитель, основатель рода, предшественник, создатель, источник.

17

Кома (от *лат.* coma, от *др.* – *греч.* χομη/κομη – «волосы») – облако из пыли и газа, окружающее ядро кометы. – *Прим. ред.*

18

DART (*англ.* Double Asteroid Redirection Test, «Испытания перенаправления двойного астероида») – первый в истории проект по изменению траектории астероидов. 26 сентября 2022 г. кинетический ударник произвел столкновение с компонентом двойной системы – астероидом Dimorphos (Диморф), естественным спутником околоземного астероида (65803) Didymos (Дидим).

19

Spitzer Space Telescope (Космический телескоп «Спитцер») – космический телескоп NASA, предназначенный для наблюдения космоса в инфракрасном диапазоне. Запущен 25 августа 2003 г, научная миссия была завершена 30 января 2020 г.

20

WISE (Wide-Field Infrared Survey Explorer, «Широкоугольный инфракрасный обзорный исследователь») – инфракрасный космический телескоп NASA, запущенный на околоземную орбиту 14 декабря 2009 г. Расширенная научная миссия по обнаружению малых тел Солнечной системы NEOWISE продлена как минимум до июня 2023 г.

21

«Тяньвэнь-2» – перспективная космическая миссия Китая для исследования околоземного астероида (469219) Kamoʻoalewa, являющегося квази-спутником нашей планеты, с доставкой на Землю образцов его грунта и исследования кометы 311/P (PANSTARRS). Запуск запланирован на 2025 г., расчетная продолжительность миссии 10 лет.

22

Перигелий – ближайшая к Солнцу точка орбиты планеты или иного небесного тела Солнечной системы.

23

Кельвин – единица температуры в Международной системе единиц (СИ). 50 кельвинов равно –223 градусам Цельсия.

24

Галактика, или Млечный Путь – спиральная галактика с перемычкой (баром), которой принадлежит Солнце, содержит от 100 до 400 миллиардов звезд.

25

Парсек – внесистемная единица измерения расстояний в астрономии, равная 3,2616 светового года.

26

Пикометр – единица измерения длины в Международной системе единиц (СИ), равная одной триллионной части метра.

27

Самый маленький атом – это атом гелия, имеющий радиус 32 пикометра.

28

Световой год – единица измерения расстояния в астрономии, равная расстоянию, которое электромагнитные волны (свет) проходят в вакууме, не испытывая влияния гравитационных полей, за один юлианский год.

29

Ретроградное движение – движение в направлении, противоположном направлению прямого движения. Для Солнечной системы это обращение вокруг ее барицентра по часовой стрелке, в отличие от всех планет и большей части малых тел.

30

Гай Плиний Секунд (22–24 гг. н. э. – 24 или 25 августа 79 г. н. э.) – древнеримский писатель и ученый, автор труда «Естественная история». – *Прим. ред.*

31

Иды (*лат*. Idus, от *этрусск*. iduare, «делить») – в римском календаре так назывался день в середине месяца. На 15-й день месяца иды приходятся в марте, мае, июле и октябре; на 13-й – в остальных восьми месяцах.

32

Урания (*др.* – *греч.* Οὐρανία, *лат.* Ūrania, Ūraniē) – муза астрономии в древнегреческой мифологии. Дочь Зевса и Мнемозины, рождена в Пиерии.

33

Великая комета 1577 года (C/1577 V1) – яркая долгопериодическая комета, по некоторым данным достигшая яркости -7^m, хвост которой простирался более чем на 60 градусов.

34

Тадеаш Гаек (*чеш.* Tadeáš Hájek, 1525–1600) – чешский астроном, алхимик и астролог, личный врач императора Рудольфа II. Один из сторонников системы мира Коперника. Основатель меридианной астрономии.

35

Параллакс – изменение видимого положения объекта относительно бесконечно удаленного фона в зависимости от положения наблюдателя.

36

Иоганн Мюллер (*нем.* Johannes Müller, 1436–1476) – выдающийся немецкий астроном, математик и астролог. Имя Регионтан (*лат.* Regiomontanus) образовано от латинизированного названия родного города ученого (*лат.* Regiomontium = *нем.* Königsberg).

37

Николай Коперник (*польск.* Mikołaj Kopernik, *нем.* Niklas Koppernigk; 1473–1543) – польский и немецкий астроном, математик, механик. Наиболее известен как автор фундаментального научного труда «О вращении небесных сфер» и гелиоцентрической системы мира, положившей начало первой научной революции.

38

Галилео Галилей (*итал*. Galileo Galilei; 1564–1642) – итальянский физик, механик, астроном, философ, математик, оказавший значительное влияние на науку своего времени. Стал первым ученым, который начал использовать зрительные трубы для изучения космических объектов. Сторонник гелиоцентрической модели мира.

39

Джордано Бруно (*итал*. Giordano Bruno; 1548–1600) – итальянский католический священник, монах-доминиканец, философ-пантеист и поэт, активный сторонник гелиоцентрической модели Коперника и теории бесконечности Вселенной. Признан инквизиционным трибуналом «нераскаявшимся, упорным и непреклонным еретиком» и сожжен на костре 17 февраля 1600 г.

40

Кеплерова орбита – путь движения одного тела относительно другого в виде эллипса, параболы или гиперболы, описывается шестью элементами орбиты, определяющими положение небесного тела в пространстве в задаче двух тел.

41

Людовик XIV де Бурбон, «король-солнце» (*фр*. Louis XIV Le Roi Soleil) – король Франции и Наварры с 1643 по 1715 гг. Один из самых влиятельных монархов Франции за всю историю, сторонник абсолютизма. – *Прим. ред.*

42

Иоганн Георг Палич (*нем.* Johann Georg Palitzsch; 1723–1788) – немецкий естествоиспытатель, астроном-любитель, первым переоткрывший комету Галлея в 1758 г. Помимо этого, занимался наблюдением переменных звезд. В его честь назван один из лунных кратеров и астероид (11970) Palitzsch.

43

Уран – седьмая планета Солнечной системы, третья по диаметру и четвертая по массе. Открыта в 1781 г. английским астрономом Уильямом Гершелем и названа в честь греческого бога неба Урана.

44

Планета Нептун открыта 23 сентября 1846 г. Восьмая и самая дальняя от Солнца планета Солнечной системы, четвертая по диаметру и третья по массе.

45

Гелиоцентрическое расстояние – расстояние от небесного тела (планеты, кометы, астероида и др.) до центра Солнца.

46

Фред Лоуренс Уиппл (*англ.* Fred Lawrence Whipple, 1906–2004) – американский астроном, исследователь комет, метеоров, планетарных туманностей, проблем эволюции звезд и Солнечной системы. Открыл 6 комет.

47

Долгопериодическая комета, открытая чешским астрономом Лубошем Кохоутеком 7 марта 1973 г. в Гамбургской обсерватории (Германия).

48

Го́мановская орбита – в небесной механике эллиптическая орбита, используемая для перехода между двумя другими орбитами, обычно находящимися в одной плоскости. Описана немецким инженером Вальтером Гоманом (1880–1945).

49

Александр Алексеевич Боярчук (1931–2015) – советский и российский физик и астроном. Академик РАН (с 1987 г.). Научный руководитель Института астрономии РАН. Внес весомый вклад в исследование физики звезд. Под его руководством был создан космический ультрафиолетовый телескоп «Астрон».

Международная научная программа «Лоцман».

51

Короткопериодическая комета семейства Юпитера, которая была открыта 23 июля 1902 г. новозеландским астрономом Джоном Григгом. Вскоре после открытия комета была потеряна и переоткрыта через 20 лет австралийский любителем астрономии Джоном Скьеллерупом.

52

Короткопериодическая комета семейства Юпитера 85P/Boethin, ныне 85D/Boethin. Была открыта 4 января 1975 г. филиппинским астрономом-любителем Лео Боэтином. Наблюдалась в двух появлениях 1975 и 1986 г, после чего была утеряна. В 2017 г. официально признана разрушившейся.

53

Первый астероид – Церера (ныне карликовая планета), был открыт итальянским астрономом Джузеппе Пьяцци в Палермской астрономической обсерватории 1 января 1801 г.

Его брат Весто Слайфер впервые выполнил измерения лучевых скоростей галактик и первым связал красное смещение со скоростью.

55

Адсорбция – самопроизвольный процесс поглощения твердым телом либо жидкостью различных веществ из окружающей среды.

56

Брайан Джеффри Марсден (*англ.* Brian Geoffrey Marsden; 1937–2010) – английский и американский астроном, первооткрыватель астероидов, создатель теории движения комет с учетом воздействия на них негравитационных сил. С 1978 по 2006 г. руководил Центром малых планет.

57

Леонид Маркович Шульман (1936–2007) – советский и украинский астрофизик, публицист, специалист в области физики комет. Его основные труды посвящены теоретической астрофизике. Опубликовал цикл работ по теории ядер и атмосфер комет и кометной эволюции. В честь Леонида Шульмана и его жены, астронома Галины Кирилловны Назарчук, назван астероид (4187) Shulnazaria.

58

Стивен Ларсон – американский астроном, первооткрыватель астероидов и исследователь малых тел Солнечной системы. Является одним из первооткрывателей спутника Сатурна Телесто. В знак признания его заслуг одному из астероидов было присвоено его имя (3690) Larson.

59

Зденек Секанина (р. 1936) – американский астроном чешского происхождения, основными областями профессиональной деятельности которого являются метеориты и межпланетная пыль, а также изучение комет. В его честь был назван астероид (1913) Sekanina.

60

Федор Александрович Бредихин (1831–1904) – русский астроном, заслуженный профессор и декан физико-математического факультета Московского университета, ординарный академик по астрономии Императорской Академии Наук, директор обсерватории Московского университета и Пулковской обсерватории, научные интересы которого охватывали почти все основные разделы астрономии того времени.

61

Новые звезды (или просто «Новые») – катаклизмические звезды, светимость которых внезапно увеличивается от тысяч до миллионов раз.

62

Изделие АНб02 (оно же «Царь-бомба») – термоядерная авиационная бомба, испытание которой состоялось 30 октября 1961 г. Измеренная мощность взрыва составила 58,6 мегатонны в тротиловом эквиваленте. Это самое мощное взрывное устройство, примененное человеком.

63

Луис Уолтер Альварес (*англ*. Luis Walter Alvarez; 1911–1988) – американский физик-экспериментатор. Член НАН США, Нобелевский лауреат по физике 1968 г. Его научные работы были посвящены атомной и ядерной физике, ускорительной технике, физике элементарных частиц и космических лучей, оптике, радиолокации и планетологии.

64

Мюонная томография – метод использования тяжелых частиц (мююнов), рождающихся при прохождении высокоэнергитических космических лучей через атмосферу, для определения скрытых полостей при неразрушающем анализе. Мюоны слабо взаимодействуют с веществом, что позволяет им легко проходить сквозь предметы. При этом часть частиц все же поглощается. Отношение естественного уровня потока частиц к зафиксированным может дать информацию о наличии скрытых пустот.

Название с юкатекского языка переводится как «Демон клещей» и указывает на издревле высокую распространенность паразитиформных клещей в данной местности.

66

Ударно-преобразованный кварц – ударный метаморфизм кварца под воздействием колоссального давления (100–300 ГПа) и температуры (до 10 000–15 000 °C).

Тектиты – мелкие осколки стекла, застывшие из брызг импактного состава, образовавшиеся в первые микросекунды столкновения.

68

Иридий (химический символ – Ir, от *лат.* Iridium, *др. – греч.* Ἶρις – «радуга») – химический элемент с атомным номером 77 в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Очень твердый, тугоплавкий, серебристо-белый переходный металл платиновой группы, обладающий высочайшей плотностью. Содержание иридия в земной коре ничтожно мало.

69

Культура Кловис – археологическая культура каменного века, распространенная на территории Северной и Центральной Америки.

70

Фуллерен – молекулярное соединение, представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из трехкоординированных атомов углерода.

71

Метеороид – небесное тело, промежуточное по размеру между космической пылью и астероидом, диаметром от метрового до декаметрового размера.

72

Фриц Цвикки (*нем.* Fritz Zwicky; 1898–1974) – американский астрофизик швейцарского происхождения, внесший большой вклад в теоретическую и наблюдательную астрономию. Первооткрыватель скрытой массы.

73

АМС «Галилео» успешно вышла на орбиту Юпитера 8 декабря 1995 г. и проработала там до 21 сентября 2003 г.

Астероиды класса C – темные углеродистые малые тела Солнечной системы. Это наиболее распространенный класс астероидов, в него входит 75 % всех известных астероидов. Анализ спектроскопических исследований может говорить о наличии в их составе водяного льда. Самый крупный представитель – астероид (10) Гигея.

75

Снеговая линия – в астрономии, расчетное расстояние от звезды в планетной системе, за которым возможно существование простых летучих соединений в твердом состоянии.

76

Дейтерий (*лат.* deuterium, от *др.* – *греч.* δεύτερος «второй») или тяжелый водород – стабильный изотоп водорода с атомной массой, равной 2. Ядро (дейтрон) состоит из одного протона и одного нейтрона, открыт в 1932 г. американским физикохимиком Гарольдом Юри.

77

Энстатитовые хондриты (хондриты Е-типа) представляют собой редкую форму метеорита, богатую минералом энстатитом; этот минерал относится к силикатам (пироксены).

78

Жозеф-Луи Лагранж (*фр*. Joseph-Louis Lagrange; 1736–1813) – французский математик, астроном и механик итальянского происхождения. Наряду с Эйлером – крупнейший математик XVIII века. Внес огромный вклад в математический анализ, теорию чисел, теорию вероятностей и численные методы, создал вариационное исчисление.

79

Лепидоптерафил – коллекционер бабочек, подвид энтомолога.

80

Джон Флемстид (*англ.* John Flamsteed; 1646–1719) – английский астроном, первый Королевский астроном, основатель и первый директор Гринвичской обсерватории, создатель звездного атласа и каталога звезд. Выполнил большое число наблюдений Луны, которые были использованы Ньютоном при обосновании закона всемирного тяготения.

81

Генрих Карл Фридрих Крейц (*нем.* Heinrich Carl Friedrich Kreutz: 1854–1907) – немецкий астроном, исследователь околосолнечных комет. В его честь назван астероид (3635) Kreutz.

82

Радиус Солнца равен 695 700 км.

83

Прогенитор (*греч.* prəʊˈdʒenɪtə) – прародитель, основатель, предшественник.

Используется еще старый формат именования комет.

85

Параметр Тиссерана (инвариант Тиссерана) – функция элементов орбиты небесного тела. Параметр Тиссерана малого небесного тела практически не изменяется со временем, несмотря на изменение кеплеровых элементов орбиты под влиянием возмущений от планет, поэтому он может быть использован для идентификации тела. Разработан и введен в научный обиход французским астрономом Феликсом Тиссераном в 1896 г. для определения тождественности комет.

86

Резонанс Лидова – Козаи – в небесной механике периодическое изменение соотношения эксцентриситета и наклонения орбиты под воздействием массивного тела или группы тел. Назван в честь советского и японского ученых Михаила Львовича Лидова и Ёсихидэ Козаи.

87

Ариетиды – один из наиболее сильных радио- (или дневных) метеорных потоков. Период действия длится с 22 мая по 2 июля; максимум приходится на вечер 7 июня.

88

Комета Энке (2P/Encke) – короткопериодическая комета из семейства Юпитера, которая была открыта 17 января 1786 г. французским астрономом Пьером Мешеном в Парижской обсерватории.

89

Штатная процедура остановки двигателей-маховиков при достижении ими максимальной скорости вращения, так называемого «насыщения», после чего они вновь смогут участвовать в поддержании ориентации космического аппарата.

90

Pan-STARRS (*англ.* Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System – система телескопов панорамного обзора и быстрого реагирования) – обзорная программа Гавайского университета, в настоящий момент состоящая из двух 1,8-метровых телескопов.

91

Звездная ассоциация – разреженное скопление гравитационно несвязанных или слабо связанных звезд, выделяемых по схожести векторов скорости, одинаковому возрасту и химическому составу.

92

Двойная звезда 7,7 звездной величины и спектрального класса F5V в созвездии Эридан. Немного горячее Солнца, в 1,8 раза больше по диаметру и в 1,4 раза массивнее его.

93

Zwicky Transient Facility – широкопольный астрономический обзор неба на базе 1,22-метрового телескопа Сэмюэля Ошина в Паломарской обсерватории (Калифорния, США).

94

Галактический диск – часть структуры спиральных и линзовидных галактик; имеет плоскую форму и содержит спиральные рукава и, в некоторых случаях, перемычку (бар). В диске больше молодых звезд, газа и пыли, чем в галактическом гало.

95

Галактическое гало – сфероидальный компонент галактики; в основном состоит из разреженного горячего газа, звезд и темной материи. Во внешней своей части переходит в галактическую корону – наиболее массивный компонент галактики, в основном состоящий из темной материи.

96

Чарльз Симони (*англ*. Charles Simonyi, при рождении Карой Шимоньи (*венг*. Simonyi Karoly); р. 1948) – американский миллиардер венгерского происхождения, архитектор программного обеспечения. Основал и возглавлял группу приложений Microsoft, где создал первые версии Microsoft Office. Соучредитель компании Intentional Software (приобретена Microsoft в 2017 г.). Двукратный космический турист на кораблях «Союз-ТМА» (2007 и 2009 гг.). Филантроп, его личный вклад в создание обсерватории «Вера Рубин» оценивается в 100 млн долларов США.

97

Вера Ру́бин (*англ.* Vera C. Rubin, урожденная Ку́пер (*англ.* Cooper); 1928–2016) – американский астроном-наблюдатель, известная своими исследованиями скорости вращения галактик, приведшими к предсказанию существования темной материи.

98

Large Synoptic Survey Telescope (LSST) – большой синоптический обзорный телескоп с главным зеркалом диаметром 8,4 метра. Возводится с 2011 г. на вершине горы Серро-Пачон (Чили).

99

Катаклизмические переменные – класс астрономических объектов, относящихся к переменным звездам и проявляющих вспышечную активность.

100

Гамма-всплески орфаны («сироты») – короткоживущие источники, являющиеся оптической составляющей не детектированного гамма-всплеска.

101

Склонение (δ или dec – от *англ*. declination) в астрономии – координата объекта на небесной сфере, используемая в первой и второй экваториальных системах координат. Равно угловому расстоянию от плоскости небесного экватора до светила, причем оно положительно для северной полусферы и отрицательно для южной. Вместе с часовым углом (*t*) образуют первую экваториальную систему координат, а с прямым восхождением (α) вторую экваториальную систему координат, общепринятую в астрономии.

102

Считается от точки севера через восток и изменяется от 0° до 360°.

103

Простейший вид монтировок, состоящий из неподвижного основания и подвижной вилки, на которой крепится труба телескопа. Часто выполняется из фанеры или ДСП. Названа в честь своего изобретателя – американского любителя астрономии Джона Добсона.

104

Клайд Уильям Томбо (1906–1997) – американский астроном, открывший карликовую планету Плутон и 14 астероидов.

https://nova.astrometry.net

https://minorplanetcenter. net/cgi-bin/checkmp.cgi

https://minorplanetcenter. net/cgi-bin/checkcmt.cgi

108

Линия Ка́рмана – условно принятая граница между атмосферой Земли и космосом, проходящая на высоте 100 км над уровнем моря. Она же служит верхней границей государств. Названа в честь американского ученого венгерского происхождения Теодора фон Кармана, первым определившего, что примерно на этой высоте атмосфера становится настолько разреженной, что аэродинамическая авиация становится невозможной.

https://minorplanetcenter. net/iau/NEO/pccp_tabular.html

110

Жозеф-Николя Делиль (*фр*. Joseph-Nicolas De L'Isle; 1688–1768) – французский астроном и картограф, профессор астрономии (1725), почетный член нескольких Академий наук, в том числе Петербургской. В его честь назван кратер на Луне.

111

Рефлектор – оптический телескоп, в котором объективом служит вогнутое зеркало или система зеркал.

112

Названное в честь Шарля Мессье созвездие Хранитель Урожая, ныне отмененное.

113

Марсельская обсерватория (*фр*. Observatoire de Marseille), IAU-код 014.

114

Пьер-Франсуа-Андре Мешен (*фр*. Pierre-François-André Méchain; 1744–1804) – французский астроном и геодезист. Известный охотник за кометами, совершивший 9 открытий.

115

Алексис Бувар (*фр*. Alexis Bouvard; 1767–1843) – французский астроном, открывший 8 комет. Одним из первых предположил наличие неизвестной планеты за орбитой Урана.

116

Эндрю Клод де ля Шеруа Кроммелин (англ. Andrew Claude de la Cherois Crommelin; 1865–1939) – английский астроном.

117

Медаль Королевского астрономического общества – высшая награда Королевского астрономического общества Великобритании. Присуждается с 1824 г.

118

Ныне не существует. В 1864 г. обсерватория была перенесена Джованни Донати на холм Арчетри вблизи Флоренции, где функционирует по сей день.

119

Премия Лаланда – награда за научный вклад в развитие астрономии, вручавшаяся с 1802 по 1970 г. Французской академией наук.

120

C/1969 Y1 (Bennett) – Великая долгопериодическая комета, достигшая нулевой звездной величины. Была открыта любителем астрономии Джоном Беннеттом 28 декабря 1969 г.

121

Рефрактор – оптический телескоп, в котором объективом служит система линз.

http://www.aerith.net

123

Камера ВАУ (высокоточная астрономическая установка) – широкоугольный светосильный катадиоптрической телескоп, устанавливаемый на трех- или четырехосную монтировку, созданный для наблюдения искусственных спутников Земли.

124

Anglo-Australian Near-Earth Asteroid Survey (1990–1996) – одна из первых научных программ по поиску и обнаружению астероидов, сближающихся с Землей.

125

Гордон Дж. Гаррэдд (Gordon J. Garradd; р. 1959) – австралийский астроном, первооткрыватель нескольких десятков астероидов и двенадцати комет. Работал во многих астрономических учреждениях США и Австралии, большей частью в обсерватории Сайдинг-Спринг, а также принимал участие в обзоре Маунт Леммон. В его честь назван астероид (5066) Garradd.

126

Катаклизмические переменные звезды – класс астрономических объектов, относящихся к переменным звездам и проявляющих катаклизмическую (вспышечную) активность. Представляют собой тесные двойные звездные системы.

127

Фотометр – прибор для измерения одной или нескольких световых величин, к примеру светового потока от источника.

128

8P/Tuttle – короткопериодическая комета семейства Юпитера, открытая 9 января 1790 г. французским астрономом Пьером Мешеном.

129

38P/Stephan-Oterma – короткопериодическая комета семейства Юпитера, открытая 22 января 1867 г. французским астрономом Жеромом Коджа.

130

Звездный интерферометр – прибор, позволяющий измерять угловые размеры звезд и расстояния между двойными звездами, а также изучать распределение интенсивности свечения на их поверхности методом интерференции.

131

Импактор – обнаруженный еще в космосе астероид, позже вошедший в атмосферу Земли. На 1 марта 2023 г. насчитывается семь подобных объектов.

132

Фотографии Солнца, полученные в лучах узкой спектральной области с помощью спектрогелиографа.

133

Джон Стефанос Параскевопулос (1889–1951) – греко-южноафриканский астроном, директор южноафриканской обсерватории Бойдена, первооткрыватель двух комет.

134

Сильвен Жюльен Виктор Арен (1902–1992) – бельгийский астроном, занимавшийся астрометрией малых тел Солнечной системы и вопросами небесной механики. Открыл 3 кометы и 51 астероид. В его честь был назван астероид (1502) Arenda.

135

Жорж Ролан (1922–1991) – бельгийский астроном, наблюдатель Королевской обсерватории в Уккеле.

136

Элизабет Ремер (1929–2016) – американский астроном, исследователь малых тел Солнечной системы. Открыла 2 астероида и восемнадцатый спутник Юпитера. Переоткрыла 79 короткопериодических комет. В ее честь был назван астероид (1657) Roemera.

137

Альфард – Альфа Гидры, главная звезда созвездия, называемая также Сердцем Гидры. Газовый гигант, удаленный от нас на 177 световых лет.

138

Солнечная корона – верхний, самый разреженный и горячий слой атмосферы Солнца, состоящий из плазмы, температура которого может достигать двух миллионов градусов Цельсия.

139

Период обращения фрагмента «В» точно не установлен и лежит в пределах 800–1100 лет.

140

Комета прошла перигелий на расстоянии 0,197 а. е. 25 февраля 1976 г.

141

Короткопериодическая комета 71P/Clark семейства Юпитера.

142

Короткопериодическая комета 6P/d’Arrest семейства Юпитера.

143

Экстинкция – ослабление электромагнитного излучения в земной (планетной) атмосфере, вызванное суммарным действием поглощения и рассеяния излучения.

144

M70 – шаровое звездное скопление в созвездии Стрелец, находящееся на расстоянии 29 300 световых лет от Земли, близко к центру нашей галактики.

145

Наблюдение как можно большего числа объектов дальнего космоса из каталога Мессье за одну ночь.

146

Комета C/2006 P1 (McNaught) прошла перигелий 12 января 2007 г. в 0,171 а. е.

147

Кератоконус (от *др.* – *греч.* κέρας – «рог» и κῶνος – «конус») – дегенеративное заболевание глаза, при котором роговица, истончаясь, принимает коническую форму, что приводит к серьезному ухудшению зрения.

148

Феликс Юрьевич Зигель (1920–1988) – советский математик и астроном, доцент МАИ, получивший известность как популяризатор астрономии и космонавтики, автор нескольких научно-популярных книг, в том числе, первой книги многих будущих астрономов – «Сокровища звездного неба».

149

Центральный научно-исследовательский институт машиностроения – головной научно-исследовательский институт Госкорпорации «Роскосмос».

150

Мстислав Всеволодович Келдыш (1911–1978) – крупный советский ученый в области прикладной математики и механики, один из идеологов советской космической программы. Президент Академии наук СССР (1961–1975).

151

Среднее расстояние от Земли до Луны составляет 384 467 км.

152

Большой телескоп азимутальный – телескоп-рефлектор с главным монолитным параболоидным зеркалом диаметром 6 метров. Главный инструмент Специальной астрофизической обсерватории (САО РАН).

153

Микрон или микрометр – одна миллионная часть метра.

154

Крупнейший в мире полноповоротный параболический радиотелескоп с антенной диаметром 100 м Национальной радиоастрономической обсерватории США (NRAO).

155

Телескоп Канада—Франция—Гавайи, запущенный в строй в 1977 г. на вершине вулкана Мауна-Кеа.

По состоянию на март 2023 г. автор книги открыл шесть комет и более ста двадцати астероидов.